

**STUDI KOMPARASI TOTAL JUMLAH MIKROBA DI LAHAN  
PARKIR UIN RADEN INTAN LAMPUNG**

**Skripsi**

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat  
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Biologi**

Oleh

**Novita Nur Hasanah**

**NPM : 1411060130**

**Jurusan : Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN  
LAMPUNG  
1439 H/2018 M**

**STUDI KOMPARASI TOTAL JUMLAH MIKROBA DI LAHAN  
PARKIR UIN RADEN INTAN LAMPUNG**

**Skripsi**

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat

Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Tarbiyah

Oleh

**NOVITA NUR HASANAH**

**NPM. 1411060130**

**Jurusan : Pendidikan Biologi**

**Pembimbing I : Drs. Haris Budiman, M.Pd**

**Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN  
LAMPUNG  
1439 H/2018 M**

## **ABSTRAK**

Emisi kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin kendaraan yang tidak sempurna dan dikeluarkan melalui sistem pembuangan luar ke udara. Emisi kendaraan merupakan sumber pencemaran udara paling utama yang berasal dari transportasi kendaraan bermotor sebagai sumber bergerak. Zat-zat polutan dari kendaraan bermotor yaitu CO, HC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> merupakan zat-zat kimia yang dapat menyebabkan pencemaran udara. Dari hasil penelitian pengamatan mikroba pada 9 lahan parkir UIN Raden Intan Lampung di dapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah mikroba pada setiap lahan parkir yang disebabkan oleh faktor suhu, keadaan geografis lahan parkir dan banyaknya kendaraan yang lalu lalang dan keluar masuk lahan parkir. Dari hasil analisis data dengan menggunakan anova telah didapatkan hasil jumlah mikroba terbanyak berada di lahan parkir FEBI. lahan parkir FEBI menempati urutan ke-4 banyaknya gas emisi yang terdapat di lahan parkir. Sedangkan lahan parkir tarbiyah 2 memiliki rata-rata jumlah gas emisi kendaraan bermotor yang paling tinggi dan dengan jumlah mikroba berada di urutan ke-2 terbanyak setelah lahan parkir FEBI. Hasil pengamatan menyatakan bahwa jumlah mikroba di lahan parkir tidak jauh berbeda meskipun jumlah rata-rata gas emisinya berbeda jauh. Pada pengaruh gas emisi pada jumlah bakteri tidak berpengaruh secara signifikan karena gas emisi masih dalam taraf sedang.

Kata kunci: gas emisi, jumlah mikroba, pencemaran udara.





**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

**Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260**

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi : STUDI KOMPARASI TOTAL JUMLAH MIKROBA DI  
LAHAN PARKIR UIN RADEN INTAN LAMPUNG**

**Nama : Novita Nur Hasanah**

**NPM : 1411060130**

**Jurusan : Pendidikan Biologi**

**Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

**MENYETUJUI**

**Untuk dimunaqosahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosah  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Drs. Haris Budiman, M.Pd  
NIP.19591207 1988 02 1 001**

**Marlina Kamelia, M. Sc  
NIP. 19810314 2015 03 2 001**

**Ketua Jurusan  
Pendidikan Biologi**

**Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd  
NIP. 19840228 2006 04 1 004**





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

**Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260**

**PENGESAHAN**

**Skripsi dengan judul: STUDI KOMPARASI TOTAL JUMLAH MIKROBA  
DI LAHAN PARKIR UIN RADEN INTAN LAMPUNG. Disusun oleh: Novita  
Nur Hasanah, NPM: 1411060130, Jurusan: Pendidikan Biologi, telah diujikan  
dalam sidang Munaqasyah pada hari/ tanggal: Rabu/ 10 April 2019.**

**TIM DEWAN PENGUJI**

**Ketua : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd** (.....)

**Sekretaris : Suci Wulan Pawhestri, M.Si** (.....)

**Penguji Utama : Nurhaida Widiani, M.Biotech** (.....)

**Penguji Pendamping I : Drs Haris Budiman, M.Pd** (.....)

**Penguji Pendamping II : Marlina kamelia, M.Sc** (.....)

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**



**Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd**  
**NIP. 19560810.198703 1 001**



## MOTTO

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ  
﴿١﴾ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَنَقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلُ ۚ كَانَ أَكْثَرُهُم مُّشْرِكِينَ ﴿٢﴾

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan Karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah: "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (QS. Ar-Rum 30:41-42)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Departemen Agama, *Al-quran dan terjemahannya* (Bandung: Diponegoro, 2004)

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir pada perkuliahan ini. Dengan rasa syukur yang tak terhingga, skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Teruntuk Ayah Khadori (Alm) dan Ibunda Sinah, Ayah yang selalu memperhatikan anaknya walaupun dari alam yang berbeda dan dalam sujud Ibu mendo'akan, membimbingku, memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun material, serta tidak henti-hentinya berdo'a untuk keberhasilanku, terimalah hadiah kecil ini sebagai kado keseriusanku membalas jasmu yang mungkin tidak pernah bisa ku balaskan.
2. Kepada Kakakku Eko Agus Saputro dan istrinya Sulung Kusuma dewi serta adikku Muhammad Agil Mustofa yang selalu mendo'akan, memberiku semangat dan selalu mengingatkanku untuk selalu berusaha.
3. Kepada Biologi B dan UIN Raden Intan Lampung sebagai almamater tempatku menuntut ilmu dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Novita Nur Hasanah, dilahirkan di Desa Lempuyang Bandar, kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah. Lahir pada hari Minggu tanggal 12 November 1995 dari pasangan bapak Khadori (alm) dan ibu Sinah. Merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak Dharma Wanita dan lulus pada tahun 2003, melanjutkan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Bandar Sakti lulus pada tahun 2009, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 3 Way Pengubuan lulus pada tahun 2012, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Terusan Nunyai dan lulus pada tahun 2014.

Penulis pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung mengambil jurusan Pendidikan Biologi fakultas Tarbiyah dan Keguruan program strata 1 (S-1). Pada tanggal 28 Juli sampai 31 Agustus 2017 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata di Desa Waya Krui kecamatan Banyumas. Penulis pada tanggal 24 Oktober sampai 12 Desember 2017 melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan di SMAN 09 Bandar Lampung.



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta sholawat yang selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **STUDI KOMPARASI TOTAL JUMLAH MIKROBA DI LAHAN PARKIR UIN RADEN INTAN LAMPUNG**. Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd selaku ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Bapak Drs. Haris Budiman, M.Pd selaku pembimbing I yang telah membimbing dan memberi pengarahan terhadap penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan pengarahan, dengan penuh pengertian dan kesabaran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung khususnya prodi pendidikan biologi yang telah mendidik dan

memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menuntut ilmu di kampus UIN Raden Intan Lampung.

6. Teman-teman satu bimbingan yang selalu membantu dalam menyelesaikan skripsi dan saling memotivasi, memberi semangat untuk tetap berusaha menyelesaikan skripsi.
7. Sahabat-sahabatku tersayang yang dengan ketulusannya tidak henti Siti Widayanti, Rara Exa Anggraini, Vivi Ria Winanti, Langen Puspitawati, Novia Cahyati, Laila Septi Maslia, Maya Yunila, Oktarina Wulandari, Allitya yang telah membantu dengan segala tenaga dan pikiran, memotivasi dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat, kakak, saudara tersayang Septian Rifangi yang dengan ketulusan dan kesabarannya mendo'akan, memberikan dukungan dan motivasi untuk selalu berusaha demi menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman KKN dan PPL yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih telah memberikan pelajaran yang berharga serta dukungan yang dengan ikhlas mendukung untuk terus berusaha menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman seangkatan Biologi B 2014, semoga silaturahmi kita tetap terjadi sampai kelak kita memiliki kesibukan masing-masing.
11. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang dengan ikhlas saling membantu untuk menyelesaikan skripsi ini.

12. Dan semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu, semoga kita selalu terikat dalam silaturahmi yang terus terjalin.

Akhir kata jika penulis memiliki kesalahan dan kelalaian dalam penulisan skripsi ini, penulis mohon maaf dan kepada Allah mohon ampun dan perlindungan-Nya. Semoga karya penulis dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 2019  
Penulis

**Novita Nur Hasanah**  
**1411060130**



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	8
C. Batasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah .....	8
E. Tujuan Penelitian .....	9
F. Manfaat Penelitian .....	9

### **BAB II LANDASAN TEORI**

A. Studi Komparasi.....	11
B. Gas Emisi Kendaraan Bermotor.....	11
C. Pencemaran Udara .....	14
D. Mikroorganisme .....	22
E. Teknik Pemeliharaan mikroorganisme .....	41
F. Sifat-sifat Koloni.....	44
G. Penentuan jumlah Bakteri .....	44
H. Analisis Materi Pembelajaran .....	46
I. Kerangka Pemikiran.....	47
J. Hipotesis.....	48

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	49
B. Alat dan Bahan.....	49
C. Jenis Penelitian.....	49
D. Populasi dan Sampel .....	50
E. Cara Kerja .....	50
F. Parameter Penelitian.....	56
G. Analisis Data .....	56
H. Alur Kerja Penelitian.....	57

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Gambaran Lokasi Penelitian .....	58
B. Karakteristik Mikroba .....	59
1. Rata-rata Jumlah Koloni Mikroba.....	59
2. Pengamatan Mikroskopis Bakteri .....	63
3. Pengamatan Mikroskopis Jamur .....	64
4. Perbandingan Total Jumlah Mikroba pada pagi, Siang, dan Sore .....	67
C. Emisi Kendaraan Bermotor.....	72
D. Hubungan Emisi dan Mikroba Udara .....	77
E. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar.....	79

#### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	81
B. Saran .....	81

#### **DAFTAR PUSTAKA .....83**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

1. rata-rata jumlah koloni bakteri dan jamur di lahan parkir .....	59
2. Total jumlah bakteri .....	67
3. Total jumlah jamur .....	68
4. Data kendaraan bermotor pada masing-masing lahan parkir .....	72
5. Rata-rata jumlah emisi kendaraan bermotor di lahan parkir .....	73



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 pengamatan mikroskopis jamur .....	65
Gambar 2 Rata-rata gas emisi CO pada masing-masing lahan parkir .....	74
Gambar 3 Rata-rata gas emisi HC pada masing-masing lahan parkir .....	75
Gambar 4 Rata-rata gas emisi NO <sub>x</sub> pada masing-masing lahan parkir .....	76
Gambar 5 Rata-rata gas emisi SO <sub>2</sub> pada masing-masing lahan parkir.....	76

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data mentah perhitungan koloni bakteri .....	87
Lampiran 2 Data mentah perhitungan koloni jamur .....	104
Lampiran 3 data perhitungan total jumlah mikroba .....	122
Lampiran 4 Data gas emisi kendaraan bermotor .....	125
Lampiran 5 Analisis data dengan SPSS .....	127
Lampiran 6 Lampiran dokumentasi .....	157
Lampiran 7 Lampiran Rencana Pelaksanaan pembelajaran .....	162
Lampiran 8 Lampiran penuntun praktikum .....	182
Lampiran 9 lampiran surat-surat .....	190

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Udara memegang kedudukan pokok bagi makhluk hidup di bumi untuk menunjang kehidupan. Udara merupakan kombinasi gas yang terkandung di permukaan bumi, tidak kasat mata, tidak beraroma, tidak berasa, serta bisa pula menggerakkan benda yang ditandai dengan adanya angin yang berhembus. Udara memiliki muatan senyawa gas dan partikel yang akan beralih sesuai ketinggian dari rata-rata tanah, begitupun substansinya, dapat menurun bertepatan dengan ketinggiannya, udara akan semakin tipis jika semakin dekat dengan lapisan troposfer, oleh sebab itu udara akan menjadi hampa.

Udara tersusun dari 3 komponen primer, yaitu uap air, udara kering, dan aerosol. Uap air bermula dari penguapan pada laut, danau, sungai dan lokasi berair lainnya. Muatan udara kering yaitu 20% oksigen, 78% nitrogen, 0,93% argon, 0,03% karbon dioksida dan 0,003% gas lainnya (helium, kripton, hidrogen, dan ozon). Aerosol merupakan substansi berkadar rendah, semacam garam, nitrat, kalsium, kalium, dan partikel gunung berapi. Dari berbagai macam unsur udara di atas, udara juga mengandung banyak mikroba.



Surah Al-Mu'minun ayat 12-14 Allah SWT bersabda:

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا  
الْنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ  
خَلْقًا آخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

Artinya: “Dan sesungguhnya kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah. Kemudian kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kokoh (rahim). Kemudian air mani itu kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu kami bungkus dengan daging. Kemudian kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta yang paling baik.”

Surah diatas menjelaskan perkembangan kejadian manusia mulai dari sel hidup (nutfah) yang bersel tunggal sampai makhluk (manusia) baru yang multiseluler (bersel banyak) wujudnya makro.<sup>1</sup>

Dalam surah Yunus ayat 61 kata mikro atau benda kecil (zarah) disebut dalam teks.

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُوا مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ  
تُفِيضُونَ فِيهِ ۚ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ  
ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿٦١﴾

Artinya: Dan tidaklah engkau (Muhammad) berada dalam suatu urusan, dan tidak membaca suatu ayat Al-Quran serta tidak pula kamu melakukan suatu pekerjaan, melainkan kami menjadi saksi atasmu ketika kamu melakukannya. Tidak lengah sedikitpun dari pengetahuan Tuhan-mu biarpun sebesar zarah, baik di bumi ataupun di langit. Tidak ada sesuatu yang lebih kecil dan yang lebih besar daripada itu, melainkan semua tercatat dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh).

<sup>1</sup> Subandi, *Mikrobiologi Kajian dalam perspektif Islam* (Bandung, PT Remaja Rosdakarya), h.1.

Konsep zarah serupa wujud zat atau pokok substansi yang terkecil yang di sebutkan dalam Al-Quran adalah indikasi ke arah studi mikromateri, mikroelektronik, mikroba dan mikrokosmos lainnya yang seyogianya dipelajari oleh muslim sebagai ulil albab.<sup>2</sup>

Mikroba menjadikan udara sebagai media lingkungan hidup dimana bakteri, virus, dan fungi dapat hidup. Jenis-jenis bakteri yang diisolasi dari udara bagian atas adalah *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Sarcina*, *Kurthia*, dan *Micrococcus*.<sup>3</sup> Sedangkan tipe-tipe fungi udara yang mudah diisolasi dari lingkungan udara adalah *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus tamari*, *Aspergillus fumigatus*, *Humicola fuscoatra*, *Curvularia lunata*, *Curvularia geniculata*, *Penicillium italicum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium rubrum*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium cladosporoides*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Stachybotrys atra*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus arrhizus*, *Rhizopus oligosporus*, *Neurospora sp.*, *Pestalotiopsis truncata*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma pseudokoningii*, *Syncephalastrum racemosum*, *Mucor sp.*, *Chaetomium globosum*.<sup>4</sup>

Mikroba membutuhkan kondisi yang tepat untuk hidup dan tumbuh, seperti (1) lingkungan fisik tertentu, (2) udara sebagai medium tempat mikroba, (3) suhu tertentu, temperatur yang rendah lazimnya melambatkan metabolisme seluler, sementara temperatur yang kan tinggi menaikkan

---

<sup>2</sup> *Ibid.* h.2.

<sup>3</sup> Koes Irianto, *Mikrobiologi menguak dunia mikroorganisme jilid* (Jakarta: Yrama Widya, 2006), h. 159.

<sup>4</sup> Indrawati Ganjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyanti Oetari, *Mikrobiologi dasat dan terapan* (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h. 114.

periode kegiatan sel. namun setiap makhluk hidup mempunyai batasan temperatur rendah, dan temperatur tinggi, ambang terhalangnya tumbuh, dan suhu maksimum bagi pertumbuhan dan reproduksi, (4) bahan berbentuk gas, tipe dan konsentrasi gas di lingkungan banyak berdampak pada pertumbuhan mikroba, seperti oksigen, karbondioksida yang benar-benar esensial untuk aktivitas bakteri, (5) tekanan osmosis, sel yang berada di lingkup dengan tekanan osmosis lebih rendah atau lebih tinggi dari isi sel menyebabkan Peristiwa plasmolisis. Oleh sebab itu untuk melindungi aktivitas sel harus dibentuk tekanan osmosis yang sebanding antara isi sel dan lingkungannya. (6) efek radiasi yang meliputi sinar inframerah, sinar-X dan sinar matahari yang dapat mematikan aktivitas mikroba di udara.<sup>5</sup> Selain faktor-faktor tersebut ditemukan sejumlah faktor lain yang kurang membantu kelanjutan hidup mikroba. Dalam keadaan lingkungan yang merugikan bagi berbagai jenis mikroba akan mengalami kelemahan.

Mikroba di udara bertabiat temporer dan bermacam-macam. Udara bukan merupakan media mikroorganisme tumbuh, namun merupakan pembawa partikulat debu dari tanah dan tetesan air dari air yang menguap dan kemudian jatuh kembali menjadi tetesan air yang kesemuanya ini bisa jadi dimuati mikroba.

Makhluk hidup di suatu tempat dapat mempengaruhi komposisi udara. Kendaraan bermotor saat ini memang tidak bisa lepas dengan kehidupan manusia. Dengan adanya kendaraan bermotor manusia diuntungkan dengan

---

<sup>5</sup> Koes Irianto, *Op. Cit.* h.149.

berbagai dampak positif yang ditimbulkan seperti lebih mudah untuk berpergian, dan lebih efisien waktu, tetapi disamping dampak positif tersebut kendaraan bermotor memiliki dampak negatif yaitu mengeluarkan gas emisi.

Gas emisi merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar mesin pembakaran dalam, mesin pemkaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melewati teknik pengeluaran mesin. Kandungan gas emisi yaitu air ( $H_2O$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), karbon monoksida ( $CO$ ), nitrogen oksida ( $NO_x$ ), senyawa hidrat arang ( $HC$ ) selaku dampak ketidaksempurnaan sistem pembakaran serta partikel lepas. Gas emisi mampu menyebabkan pencemaran udara di luar ruangan, dimana kendaraan bermotor merupakan faktor pencemaran udara yang bergerak yang mengeluarkan gas emisi yang mengandung zat timbal yang tinggi, oksida nitrogen, hidrokarbon dan karbon monoksida yang akan mengubah susunan komposisi udara yang semestinya. Dan dapat menyebabkan udara tidak dapat menjalankan fungsinya dengan semestinya, hal ini dapat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup terutama mikroba yang menjadikan udara sebagai medium tempat hidupnya. Mikroba dapat terhambat pertumbuhannya atau bahkan mati dikarenakan zat-zat beracun yang dilepaskan kendaraan bermotor ke udara, tetapi juga terdapat beberapa mikroba yang dapat bertahan di keadaan yang kurang menguntungkan.

Sebagaimana juga dijelaskan dalam surah Ar-Rum ayat 41-42 tentang kerusakan lingkungan.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ  
يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَنَقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلُ ۚ كَانَ أَكْثَرُهُمْ  
مُشْرِكِينَ ﴿٤٢﴾

Artinya: *Telah Nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah Muhammad: "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah)."*

Mikroba yang terdapat di udara dapat merugikan ataupun menguntungkan kehidupan makhluk hidup lain, khususnya manusia. Mikroba yang memegang kontribusi menguntungkan untuk manusia yaitu mikroba usus, penghasil antibiotik, nitrifikasi dan pengurai. Mikroba pengurai mempunyai kapabilitas mengurai senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang kian sederhana. Produk pengolahannya mampu dipakai oleh organisme lainnya. Mikroba nitrifikasi mempunyai keahlian merubah senyawa amoniak menjadi nitrat yang bisa digunakan oleh tumbuhan. Mikroba usus bertugas pembusukan sisa makanan di usus. Mikroba mempunyai daya menghasilkan vitamin K dan B12 yang memegang kedudukan penting pada sistem pembekuan darah. Selain dampak positif tersebut, mikroba juga dapat merugikan makhluk hidup dengan cara

menyebabkan berbagai penyakit yang disebabkan oleh mikroba yang bersifat patogen bagi makhluk hidup.

Gas emisi yang merupakan gas buangan dari sisa hasil bahan bakar mesin ini dilepaskan ke udara. Sedangkan udara merupakan medium yang terdapat mikroba didalamnya, maka dengan adanya gas emisi kendaraan yang dilepaskan ke udara akan menimbulkan pencemaran udara dengan dampak mengubah komposisi udara disekitarnya, yang juga akan mempengaruhi keberadaan mikroba di udara, yang dimana udara merupakan medium dengan adanya mikroba didalamnya. Mikroba di udara sangatlah beragam baik jumlah maupun bentuknya. Disini peneliti menggunakan 9 lahan parkir di UIN Raden Intan Lampung sebagai lokasi penelitian, yakni lahan parkir rektorat, lahan parkir akademik pusat, lahan parkir perpustakaan pusat, lahan parkir syari'ah, lahan parkir dakwah, lahan parkir ushuludin, lahan parkir ekonomi dan bisnis islam, lahan parkir tarbiyah dan keguruan bagian depan dan lahan parkir tarbiyah dan keguruan bagian belakang. Menggunakan lahan parkir menjadi alasan peneliti dikarenakan lahan parkir merupakan tempat dimana kendaraan bermotor banyak keluar masuk di area tersebut. Demikian juga saya menggunakan 9 lahan parkir dikarenakan semua lahan parkir memiliki kendaraan bermotor yang keluar masuk dengan jumlah berbeda. Dengan ini peneliti tertarik untuk melakukan studi komparasi total jumlah mikroba di lahan parkir Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah yang di dapatkan dari latar belakang ialah sebagai berikut:

1. Adanya gas emisi kendaraan bermotor yang dilepaskan ke udara dan mempengaruhi total jumlah mikroba di udara
2. Kurangnya penelitian tentang efek yang ditimbulkan gas emisi terhadap jumlah mikroba yang ada di udara
3. Belum adanya peneltian tentang perbandingan jumlah mikroba diudara yang dipengaruhi oleh gas emisi di UIN Raden Intan Lampung.

### **C. Batasan Masalah**

Mengenai batasan masalah dari percobaan ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung
2. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui perbandingan total jumlah mikroba di udara yang dipengaruhi oleh gas emisi kendaraan bermotor
3. Parameter yang akan diteliti dalam penelitian ini meliputi suhu, total jumlah mikroba, sifat-sifat koloni mikroba dan morfologi mikroba.

### **D. Rumusan Masalah**

Berlandaskan deskripsi pada latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan yaitu : Bagaimanakah perbedaan total jumlah mikroba pada lahan parkir Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung?

### **E. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan dan manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



## **1. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan ialah untuk mendapati perbandingan total jumlah mikroba pada lahan parkir Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

## **2. Manfaat penelitian**

### **a. Bagi Penulis**

Hasil penelitian diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan keilmuan dalam ilmu Biologi tentang dampak gas emisi kendaraan bermotor terhadap mikroba yang ada di udara dan menjadi sumber informasi dalam penyusunan skripsi yang adalah salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana.

### **b. Bagi umum**

hasil penelitian ini diharapkan mampu dipergunakan untuk memperbanyak informasi tentang perbandingan jumlah mikroba di lahan parkir yang diakibatkan adanya gas emisi kendaraan bermotor. Agar masyarakat lebih bijak lagi menggunakan kendaraan bermotor sesuai dengan kebutuhannya.

### **c. Bagi instansi terkait**

Hasil penelitian diharapkan mampu menyumbangkan donasi pemikiran bagi instansi terkait untuk upaya penanganan kendaraan bermotor yang lebih bijak dan tertata agar tidak menimbulkan pencemaran udara akibat gas emisi hasil pembakaran kendaraan

bermotor dan upaya perlindungan kesehatan bagi mahasiswa di instansi terkait.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Studi Komparasi**

Komparasi ialah penelitian deskriptif yang berupaya memecahkan masalah memakai analisis yang berkenaan sebab akibat, yaitu menetapkan penyebab tertentu yang berkaitan dengan kondisi yang diselidiki dan membandingkan satu faktor dengan faktor yang lain.<sup>1</sup>

Dapat disimpulkan bahwa studi komparasi merupakan penelitian untuk mencari jawaban atau hasil dengan membandingkan reaksi sebab akibat yang ditimbulkan oleh beberapa faktor atau membandingkan antara faktor satu dengan faktor lainnya mengenai fenomena atau kejadian yang terjadi disekitar. Dan dapat dijadikan penelitian baik kualitatif atau kuantitatif.

#### **B. Gas Emisi Kendaraan Bermotor**

##### **1. Komposisi dan perilaku Gas Buang Kendaraan Bermotor**

Gas emisi memuat beraneka macam senyawa kimia. Susunan dari senyawa kimianya terkait dari keadaan mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi rumit.

Gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen (N), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan uap air (H<sub>2</sub>O), tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah

---

<sup>1</sup> Winarno Surakhmad, *Pengantar Penelitian Ilmiah* (Bandung: Tarsito, 1982) h. 84.

yang cukup besar yang dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>) dan sulfur (SO<sub>x</sub>), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar kendaraan bermotor. Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikular debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem.

Gas emisi kendaraan bermotor setelah berada di udara beberapa senyawa yang terkandung di dalamnya dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air, atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu sama lain. Proses reaksi tersebut ada yang berlangsung cepat dan terjadi saat itu juga di lingkungan jalan raya, dan ada pula yang berlangsung dengan lambat. Reaksi kimia di atmosfer kadangkala berlangsung dalam suatu rantai reaksi yang panjang dan rumit, dan menghasilkan produk akhir yang dapat lebih aktif atau lebih lemah dibandingkan senyawa aslinya. Sebagai contoh, adanya reaksi di udara yang mengubah NO yang terdapat pada gas emisi membentuk NO<sub>2</sub> yang lebih dinamis, serta reaksi kimia antara oksida nitrogen dengan senyawa hidrogen yang membentuk ozon dan oksida lainnya, mampu membentuk smog fitokimia. Pembuatan asap ini terkadang terjadi di pinggiran kota

tidak melulu di kota. Jarak terciptanya asap ini terpaut pada keadaan dan kecepatan angin.

## **2. Dampak Terhadap Kesehatan**

Senyawa pada gas emisi tercipta semasa energi diproduksi untuk menjalankan kendaraan bermotor. Oksida nitrogen, oksida sulfur, hidrokarbon, oksida karbon, logam berat yang spesifik serta partikulat inilah yang dapat membahayakan kesehatan. Selain itu gas emisi langsung menembus ke lingkungan jalan raya yang kerap bersinggungan dengan rakyat, dibandingkan dengan gas emisi dari cerobong pabrik yang tidak dekat dengan rakyat. Dengan begitu masyarakat yang bermukim atau beraktivitas di jalan raya misalnya para pengemudi kendaraan bermotor, polisi lalu lintas, pejalan kaki, penjual makanan kerap terekspos oleh bahan pencemar yang takarannya cukup tinggi. Estimasi jumlah pemajan sangat bergantung pada tinggi rendahnya kontaminasi yang berkaitan dengan keadaan lalu lintas pada masa tertentu.

## **3. Dampak Terhadap Lingkungan**

Senyawa yang terdapat pada gas emisi kendaraan bermotor tidak semuanya memiliki dampak kepada lingkungan. Sebagian senyawa yang diciptakan dari pembakaran lengkap seperti karbon dioksida yang tidak beracun, akhir-akhir ini menyita kepedulian masyarakat. Dampak CO<sub>2</sub> dinamakan efek rumah kaca, dimana CO<sub>2</sub> di atmosfer mampu mengabsorpsi energi panas dan mencegah jalannya energi panas dari atmosfer ke permukaan lebih tinggi. Kondisi demikian membuat suhu

rerata di permukaan bumi dan bisa menyebabkan semakin tingginya permukaan laut efek melelehnya gunung es, yang pada akhirnya akan merombak siklus alamiah.

Kontaminasi sulfur dioksida berpengaruh kepada sekitar. Pada tanaman, daun merupakan komponen yang teramat sensitif pada polusi  $\text{SO}_2$ , yang akan ditemukan bintik putih atau coklat merah pada permukaan daun. Sebagian kerusakan pada tanaman dan gedung diakibatkan  $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3$  di udara akan menjadi asam sulfit serta asam sulfat. Keadaan asam di udara bisa dibawa turun ke tanah dengan air hujan dan air hujan menjadi asam.

Oksida nitrogen, NO dan  $\text{NO}_2$  bermula dari pembakaran bahan bakar fosil. Dampak yang pokok terhadap sekitar ialah dalam pembuatan asap. NO dan  $\text{NO}_2$  mampu menyamarkan warna dari serat rayon dan mengakibatkan warna kain putih menjadi kekuningan.<sup>2</sup>

### **C. Pencemaran Udara**

#### **1. Pengertian Umum**

Udara merupakan sumber daya alam yang berfungsi menyejahterakan manusia dan makhluk lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan pencemaran udara merupakan masuknya partikel asing ke dalam udara sehingga kualitas udara turun dan menyebabkan udara tidak dapat

---

<sup>2</sup> *Ibid.* h. 7

berperan sebagaimana mestinya.<sup>3</sup> Hal ini berdasarkan perturan pemerintah nomor 41 tahun 1999 mengenai pengendalian polusi udara.

Kontaminasi udara ialah kegiatan manusia yang mengakibatkan masuknya komponen lain ke udara yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia.<sup>4</sup> Sebagaimana tercantum dalam kemenkes RI No 1407 tahun 2002 tentang pedoman penanganan pengaruh polusi udara.

Pencemaran udara merupakan masuknya partikel asing ke dalam udara yang dapat disebabkan oleh kondisi alam seperti akibat debu vulkanik gunung meletus atau akibat perilaku manusia secara sengaja, yang menyebabkan udara tidak dapat menjalankan fungsinya sebagaimana mestinya dan menyebabkan dampak negatif bagi makhluk hidup.

## **2. Sumber Pencemar**

Asal mula polusi udara dapat diartikan setiap upaya atau aktivitas yang melepaskan bahan kontaminan ke udara yang mengakibatkan udara tidak mampu melakukan perannya seutuhnya. klasifikasi sumber pencemar antara lain:

### **a. Berdasarkan asal sumber pencemar udara<sup>5</sup>**

#### **1) Sumber Alamiah**

Sumber alamiah berasal dari fenomena alam yang terjadi semacam letusan gunung berapi. Kontaminasi yang disebabkan oleh letusan gunung berapi bersifat racun karena mengandung gas belerang H<sub>2</sub>S

---

<sup>3</sup> peraturan pemerintah RI No 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara

<sup>4</sup> Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407/MENKES/SK/XI/2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara.

<sup>5</sup>Samadi, *Geografi 2* (Jakarta: Yudhistira, 2007). h. 78.



dan partikel debu yang mengakibatkan gangguan kesehatan pada saluran pernafasan dan mata.<sup>6</sup>

## 2) Sumber Anthropogenik

Bersumber dari segala macam kegiatan manusia yang menghasilkan emisi gas buang terutama akibat kegiatan transportasi, kebakaran racun yang berikatan dengan hemoglobin sehingga mengganggu peredaran darah dalam tubuh.<sup>7</sup>

### b. Berdasarkan letak:

#### 1) Pencemaran udara di ruangan

Polusi yang terjadi di ruangan yang bisa muncul akibat kegiatan manusia dalam ruangan antara lain:

- a) Pencemaran pengaruh pemakaian mesin fotocopy, bahan pembersih ruangan, asap rokok, dan lainnya.
- b) Pencemaran di luar ruangan yang menembus ke dalam ruang melingkupi masuknya gas emisi, gas dari cerobong asap atau dapur yang ada di dekat bangunan, dimana semuanya dapat terjadi karena efek penempatan posisi lubang yang salah.
- c) Gangguan sirkulasi udara yang berupa minimnya udara segar dalam ruangan, pertukaran udara yang buruk dan kurangnya perawatan sistem sirkulasi udara.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup>Sumardi, Susulawati SA, Sunarhadi MA, *Geografi 2 lingkungan fisik dan social* (Jakarta: Pusat pembukuam departemen pendidikan nasional, 2009), h. 23.

<sup>7</sup> *Ibid*, h. 24.

<sup>8</sup> Chandra B, *Ilmu Kedokteran Pencegahan & Komunitas* (Jakarta: Buku Kedokteran E.G.C, 2009), h. 102.

## 2) Pencemaran di luar ruangan

Pencemaran yang terjadi di luar ruangan cenderung akibat kegiatan di luar ruangan seperti kegiatan transportasi dan gas dari cerobong asap.<sup>9</sup>

### c. Berdasarkan pergerakan:

#### 1) Sumber bergerak

Sumber bergerak pencemar udara seperti emisi kendaraan bermotor yang mengandung zat timbal yang tinggi, oksida nitrogen, hidrokarbon dan karbon monoksida.

#### 2) Sumber tidak bergerak

Sumber tidak bergerak pencemar udara seperti pabrik dan tempat pembakaran sampah yang menghasilkan banyak debu.<sup>10</sup>

### d. Berdasarkan bentuk fisik dan susunan kimianya

#### 1) Gas

Pencemaran udara dalam bentuk gas dapat berupa gas organik dan anorganik. Hidrokarbon, benzene, etilen, alkohol, formaldehide dan lain-lain merupakan contoh gas organik. Gas anorganik berupa persenyawaan karbon (pembakaran mesin motor, pembakaran mesin diesel, dan pembakaran sampah), persenyawaan nitrogen, persenyawaan belerang, persenyawaan oksigen dan halogen.

---

<sup>9</sup> *Ibid.* h.104.

<sup>10</sup> Irwan ZaD, *Besarnya Eksploitasi Perempuan dan Lingkungan di Indonesia* (Jakarta: Kelompok Gramedia, 2009), h. 36.

## 2) Partikulat

Polutan partikulat contohnya adalah TSP dan debu. Partikel di udara menyebabkan gangguan penglihatan dan pernafasan.<sup>11</sup>

### e. Berdasarkan pola emisinya<sup>12</sup>

- 1) Titik, Pola emisi bersumber dari 1 titik saja seperti cerobong asap, industri dan kegiatan rumah tangga.
- 2) Garis, Pola garis seperti pada jalan raya dengan volume kendaraan cukup tinggi seperti kendaraan bermotor dan kereta.
- 3) Area, Pola emisi area dapat bersumber dari pola titik dalam jumlah banyak pada satu batasan area.

### f. Berdasarkan sifat polutan

#### 1) Fisik

Partikel, Partikel menyebabkan iritasi mukosa, bronkitis, menimbulkan fibrosis paru. Debu di udara bersumber dari debu vulkanik gunung meletus, debu kosmik yang berasal dari luar angkasa, serbuk tanaman dan badai pasir. Partikel di udara di klasifikasikan menjadi partikel padatan (aerosol padat) dan partikel cair (aerosol cair).

Partikel padat terdiri dari debu (dust), fiber, dan asap (smoke).<sup>13</sup>

- a) Debu (dust), ukuran debu 0,1 – 25 mikron. Debu berukuran kurang dari 5 mikron mampu masuk kedalam paru-paru atau

---

<sup>11</sup> Sumardjo, *Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Bioeksakta* (Jakarta: EGC, 2009).

<sup>12</sup> *Supra* catatan kaki nomor 9.

<sup>13</sup> Lestari, *Bahaya Kimia Sampling dan Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara* (Jakarta: EGC, 2010).

alveoli. Debu dihasilkan dari proses penghancuran, pengamplasan, dan peledakan. Contoh debu antara lain debu silica, debu batu bara, debu tepung dan lain-lain.

- b) Fiber, fiber merupakan partikel berbentuk serat. Fiber berukuran antara 3 – 5 mikron. Fiber dibagi menjadi fiber organik contohnya kapas sedangkan fiber anorganik berupa silica dan asbestos.
- c) Fume, fume berbentuk dari uap padatan yang mengondensasi udara. Ukuran fume kurang dari 1 mikron. Sumber fume berasal dari kegiatan peleburan logam, pengelepasan dan pengecoran logam.
- d) Smoke, smoke terdiri dari karbon dan partikel yang berukuran kurang dari 0,1 mikron. Smoke terbentuk dari pembakaran yang tidak lengkap dari material mengandung karbon. Contoh smoke yaitu asap rokok dan emisi dari pemanas batu bara.

#### Padatan cair (aerosol cair)

- a) Mist, Mist dihasilkan karena kondensasi uap menjadi cairan atau karena pemecahan cairan menjadi uap di udara karena penyemprotan dan atomisasi. Contohnya berasal dari penyemprotan minyak, mist spray cat dalam pengecatan.
- b) Fog, Fog memiliki ukuran lebih kecil daripada mist. Fog disebut juga dengan kabut yang berupa campuran butiran air di udara.

## 2) Kimia

### a) Karbon monoksida (CO)

Gas karbon monoksida ialah gas yang tak berwarna, tak beraroma tetapi berdampak buruk bagi kehidupan karena mengandung racun. Karbon monoksida merupakan gas yang mampu mengkontaminasi darah dan menghambat pasokan oksigen paru-paru. Karbon monoksida terbanyak bersumber dari proses pembakaran antara lain emisi gas buang kendaraan, asap industri dan pembakaran sampah.<sup>14</sup>

### b) Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)

Menimbulkan gangguan konsentrasi, gangguan otot, gangguan jantung dan efek sistematik karena meracuni tubuh pada organ vital yang dapat berakibat kematian.

### c) Nitrogen oksida (NO<sub>2</sub>)

Gas nitrogen oksida merupakan gas yang bening dan tidak beraroma. Nitrogen oksida terdiri dari gas (NO) dan (NO<sub>2</sub>). (NO<sub>x</sub>) berdampak pada organ paru-paru. Pada konsentrasi tinggi (NO<sub>x</sub>) mengganggu sistem saraf dan berdampak kelumpuhan. Jumlah (NO<sub>x</sub>) dipengaruhi kegiatan manusia seperti pembakaran minyak, emisi kendaraan bermotor, peleburan besi dan proses industri.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Sugito J, *stop rokok mudah, murah, cepat* (Jakarta: Swadaya, 2007), h. 14.

<sup>15</sup> Rahmah A, et. al, *Big Book Biologi* (Jakarta: Cmedia Imprint Kawan Pustaka, 2015).

#### d) Timbal (Pb)

Timbal adalah logam berat berwarna kelabu atau kebiruan. Fungsi timbal digunakan sebagai pelindung kabel, pembuatan baterai, panci pemanas dan lain-lain. Sumber pencemar timbal terbanyak berasal dari asap kendaraan bermotor dan industri. masuknya timbal dalam tubuh melalui pernafasan dan absorsi kulit. Partikel timbal yang kecil dapat masuk ke paru-paru sementara yang berukuran besar mengendap di saluran nafas.

#### e) Volatile Organik Compound (VOC)

Senyawa Volatile Organik Compound (VOC) memiliki bau yang tajam berasal dari perabot-perabot rumah tangga. Sumber senyawa organik antara lain cat, pernis, pelarut dan lain-lain.

#### f) Formaldehyde

Gas Formaldehyde tidak memiliki warna dan berbau sangat tajam. Pada kadar rendah formaldehyde menyebabkan iritasi mata, gangguan tenggorokan dan iritasi kulit sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pencernaan yang dapat mengakibatkan kematian.<sup>16</sup>

### 3) Biologi

Mikroorganisme, mikroorganisme merupakan jasad renik berukuran kecil sebagai uniseluler maupun multiseluler.<sup>17</sup>

Mikroorganisme terdiri dari beberapa golongan antara lain bakteri,

---

<sup>16</sup> Rodwell, *Biokimia Harper* (Jakarta: EGC, 2009). h. 68.

<sup>17</sup> Harti AS, *Mikrobiologi Kesehatan Peran Mikrobiologi Untuk Kesehatan* (Jakarta: CV Andi Offset, 2015), h. 55.

fungi (cendawan), protozoa, virus, dan ganggang. Mikroorganisme di udara berperan penting dalam pencemaran udara. Dampak yang diakibatkan oleh mikroorganisme diantaranya gangguan mata, iritasi kulit, gangguan saluran pernafasan (ISPA) dan lain-lain.<sup>18</sup>

#### D. Mikroorganisme

##### 1. Pengertian Mikroorganisme

Surah al-mu'minin ayat 12-14 Allah SWT mengutarakan perkembangan kejadian manusia mulai dari sel hidup (nutfah) yang bersel tunggal mikroskopis sampai makhluk (manusia) baru multiseluler (bersel banyak) wujudnya makro.

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا  
الْنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ  
خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

Artinya: Dan sungguh, kami telah menciptakan manusia dari saripati (berasal) dari tanah. Kemudian kami menjadikannya air mani (yang di simpan) dalam tempat yang kokoh (rahim). Kemudian air mani itu kami jadikan sesuatu yang melekat, lalu sesuatu yang melekat itu kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu kami bungkus dengan daging. Kemudian, kami menjadikannya makhluk yang (berbentuk) lain. Maha Suci Allah, Pencipta yang paling baik.

Nutfah merupakan cairan yang di dalamnya mengandung banyak sel tunggal mikroskopis yang dapat bergerak sebagai bakal kehidupan yang apabila bertemu dengan sel telur akan menjadi embrio makhluk hidup.

---

<sup>18</sup> Moerdjoko, "Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara" Puslit jurnal, vol. 32 No. 1 (2004), h. 89-94.



Surah Yunus ayat 61 kata mikro atau benda kecil (zarah) di sebut dalam teks

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُوا مِنْهُ مِنْ قُرْءَانٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ ۚ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿٦١﴾

Artinya: “Kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al Quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarrah (atom) di bumi ataupun di langit. tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam Kitab yang nyata (Lauh mahfuzh).”

Tafsir Al-Azhar menjelaskan tafsir zarah ialah substansi terkecil yang tak dapat dipecah lagi. Atom masih bisa dibagi menjadi proton, neutron dan elektron. Zarah adalah unit terkecil, tak ada yang melebihi zarah. Zarah yang kecil itu tidak terlepas dari perhatian Allah SWT. baik di bumi atau di langit. Prof Hamka menuntaskan makna ayat ini dengan memberitahukan bahwa ayat ini baru bisa ditafsirkan dengan jelas sehingga mampu diterima akal manusia pada abad ke 19 setelah Pasteur dan lainnya menjelaskan adanya mikroba, pada abad ke-20 setelah orang mengetahui atom (abad atom).

Zarah sebagai bentuk zat atau pokok penjelasan yang amat kecil yang diistilahkan dalam Al-Quran adalah pedoman ke arah studi mikromateri, mikroelektronik, mikroba dan mikrokosmos lainnya yang seharusnya dipelajari oleh muslim sebagai ulil albab. Konsep sel sebagai materi fungsional terkecil ternyata tidak bisa dipertahankan. Mikroba

sebagai organisme uniseluler adalah bukti terdapat materi fungsional di bawah sel. Al-Quran mengacu pada konsep zarah sebagai jasad paling kecil. Sel terdiri dari 3 lapis dinding sel (ekto-meso dan endoderm), sitoplasma terdiri dari berbagai organel fungsional serta bagian inti sel (nukleus) di dalamnya terdapat benang-benang kromosom dan dalam benang kromosom terdapat gen-gen dan gen tersusun dari 3 jenis asam amino.<sup>19</sup>

Mikroorganisme merupakan jasad renik berukuran kecil sebagai uniseluler maupun multiseluler.<sup>20</sup> Dalam kehidupan keseharian tanpa disadari manusia kerap kali berinteraksi mikroorganisme renik.<sup>21</sup> Jadi dapat disimpulkan bahwa mikroorganisme adalah jasad renik kecil yang tidak kasat mata yang merupakan uniseluler maupun multiseluler dan memiliki kontribusi dalam kehidupan manusia, baik peranan yang menguntungkan atau bahkan merugikan bagi kehidupan manusia.

jadi yang tergolong mikroorganisme adalah :

- a. Bakteri
- b. Cendawan atau jamur tingkat rendah
- c. Ragi
- d. Ganggang tingkat rendah
- e. protozoa

---

<sup>19</sup> Subandi, *Mikrobiologi Kajian dalam Perspektif Islam* (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014), h. 1.

<sup>20</sup> *Supra* catatan kaki nomor 21.

<sup>21</sup> Koes Irianto *Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme* (Bandung: yrama widya, 2006), h. 16.

f. Virus.<sup>22</sup>

## 2. Keanekaragaman Spesies Mikroba

Mikroba dalam kehidupan alamiahnya sedikit sekali ditemukan sebagai biakan murni. Beragam spesimen tanah atau air bisa saja mengandung beraneka spesies cendawan, protozoa, alga, bakteri, dan virus. Ditinjau dari aspek ekosistem mikroba alamiah, biakan murni ialah suatu keadaan artifisial.<sup>23</sup>

## 3. Hubungan antar Mikroba dalam Ekosistem

Mikroba yang menempati suatu ekosistem menunjukkan berbagai jenis asosiasi dan interaksi diantara spesies. Sejumlah di antaranya bersifat netral (spesies yang bersangkutan tidak berpengaruh), sebagian bertabiat menguntungkan bagi satu anggota atau lebih, yang lain bertabiat merugikan atau negatif bagi satu kelompok atau lebih. Dengan dijabarkannya setiap tipe asosiasi atau interaksi yang berlainan, maka diberikanlah suatu etiket deskriptif khusus. Sebagaimana dapat diduga, banyak dari antara asosiasi ini tidak dapat dengan mudah dimasukan kedalam kategori yang pasti. Sebutan “simbiosis” digunakan untuk menyatakan hubungan yang ada jika dua atau lebih organisme hidup bersama.<sup>24</sup>

## 4. Mikrobiologi Udara

---

<sup>22</sup> Dwioseputro Dwidjoseputro, *dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: djambatan 2005),h. 5.

<sup>23</sup> Koes irianto, *mikrobiologi menguak dunia mikroorganisme jilid 2* (Bandung: yrama widya, 2006), h, 133.

<sup>24</sup> *Ibid*, h, 134.

Mikroba di udara bertabiat temporer dan bermacam-macam. Udara bukanlah media tempat mikroba tumbuh namun pengangkut partikel debu dan tetesan cairan yang seluruhnya bisa jadi membawa mikroba. Total serta jenis mikroba yang mencemari udara ditentukan oleh sumber pencemar di sekitar, contohnya dari sistem pernafasan manusia dihembuskan lewat bersin dan batuk, dan molekul debu dalam tetesan cairan. Mikroorganisme yang berada di udara mampu terbawa angin sejauh beberapa meter atau kilometer, beberapa diantaranya cepat mati dan sebagian diantaranya mampu bertahan hidup lebih lama.

## **5. Kandungan Mikroba di dalam Udara**

Mikroorganisme tidak memiliki tempat tinggal asli di udara, namun udara di sekitar kita terkandung beberapa tipe mikroorganisme dengan total yang berbeda. Permukaan bumi yaitu daratan dan lautan adalah sumber beberapa mikroba di atmosfer. Debu dari tanah, partikel tersebut mengikutserakan mikroba di tanah. Sebagian air menembus atmosfer dari laut, teluk, dan lainnya. Terdapat banyak sarana pengolahan pabrik, pertanian, baik domestik maupun regional memiliki kemampuan menciptakan aerosol berisikan mikroba.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> *Ibid*, h, 159.

## 6. Yang termasuk kedalam Golongan Mikroorganisme

### a. Jamur

Jamur yang tingkat rendah maupun jamur yang tingkat tinggi tubuhnya memiliki ciri khusus, yakni berbentuk benang tunggal bercabang yang dinamakan miselium. Pada kelompok ragi (*Saccharomycetes*) tubuhnya berifat uniseluler. Sifat kedua yakni jamur tak memiliki klorofil, hidupnya bersifat heterotrof.

Jamur dalam dunia ekologi merupakan organisme yang ciri hidupnya parasitik atau saprofitik yang berfungsi sebagai pengurai/dekomposer bahan organik. Al-Quran pada surah Az-Zumar penggalan ayat 21 Allah SWT menginformasikan:

ثُمَّ يَهَيِّجُ فَتْرَتَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَمًا ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

Artinya: “...lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.”

Teori sains menginformasikan hancurnya tanaman atau bahan organik yang mati dikarenakan oleh kegiatan mikroorganisme, terutama oleh bakteri penghancur dan jamur yang bersifat dekomposer.

#### 1) berkembangbiakan jamur

Jamur berkembangbiak secara generatif dan vegetativ menggunakan bermacam spora. Sebagian besar spesies jamur mampu berkembangbiak secara vegetatif ataupun generatif. Reproduksi secara generatif dengan

isogamet atau heterogamet. Perbedaan jenis kelamin pada beberapa spesies belum ketara sehingga dinamakan isogamet.

Pada sebagian spesies kedapatan adanya pembeda besar kecilnya gamet, sehingga ada sebutan mikrogamet dan makrogamet. Dalam kondisi yang optimal jamur berkembangbiak dengan pesat. Hanya kekeringanlah unsur penghalang bagi pertumbuhannya.<sup>26</sup>

### **b. Ragi**

Istilah “ragi” dipergunakan untuk julukan adonan yang dimanfaatkan dalam kreasi minuman dan makanan misalnya oncom, roti, tape, tempe, bir, dan lain-lain.<sup>27</sup> Jamur *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai riwayat yang luar biasa di pabrik pengolahan fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan jamur uniseluler yang telah merekat dalam kehidupan. Jamur ini adalah mikroba awal yang dikembangkan biakan oleh manusia guna mengkreasikan makanan dan minuman.<sup>28</sup>

Jamur ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) adalah jamur bersel tunggal yang sudah lama diketahui dan difungsikan oleh manusia di bidang pembuatan makanan yang dalam hal ini seperti digunakan sebagai ragi pembuatan roti, bir dan anggur dan di Indonesia sendiri juga telah lama dipergunakan sebagai jamur dalam pembuatan tempe, tape dan tuak. Jamur ragi memiliki banyak sekali manfaat yang telah diketahui dari ribuan tahun lalu. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan penemuan yang sangat

---

<sup>26</sup> *Ibid*, h. 149

<sup>27</sup> Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta Djabatan, 2005), h. 154.

<sup>28</sup> Koes Irianto, *Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme Jilid 2* (Bandung; Yrama Widya, 2006), h. 213.

bermanfaat di dunia sains dan akan terus memiliki andil penting di masa depan.

Khamir memiliki ciri khusus antara lain uniseluler, bereproduksi secara aseksual dan seksual, serta dapat tumbuh pada media buatan. Secara morfologis, lazimnya sel khamir lebih besar dari bakteri. Lebarnya kira-kira 1 – 5  $\mu\text{m}$  dan panjangnya 5 – 30  $\mu\text{m}$  atau lebih. umumnya berbentuk oval, namun sebagian ada yang memanjang atau berbentuk bola. Setiap spesies memiliki bentuk khusus. Khamir tidak memiliki flagel atau organ penggerak lainnya.

### c. Algae (Ganggang)

Algae memiliki habitat di air. Karena 70 persen daratan bumi terdiri dari air, maka berlimpahnya karbon yang terfiksasi melalui fotosintesis oleh algae sama totalnya dengan yang tertambat oleh seluruh flora di daratan. Algae akuatik yang terapung ialah komponen dari *fitoplankton* dan berfungsi sebagai makanan pokok bagi makhluk hidup lain, termasuk yang besar seperti ikan paus. Ganggang ini merupakan pangkal atau awal rantai makanan akuatik karena aktivitas fotosintesisnya dan karena itu dijuluki produsen primer bahan organik.<sup>29</sup>

Produsen primer di lingkungan akuatik adalah alga, yang disominasi oleh fitoplankton. Alga dapat mengubah energy cahaya menjadi energi kimiawi melalui proses fotosintesis. Pertumbuhan organisme fitoplankton bergantung kepada energi cahaya, karbondioksida,

---

<sup>29</sup> Michal J. Pelczar, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: UI-Press, 2008) h. 237.



air, persenyawaan nitrogen dan fosfor organik, dan beberapa unsur dalam jumlah amat kecil (unsur mikro). Nitrogen, fosfor, dan unsur-unsur mikro dibuat menjadi bentuk tersedia melalui kegiatan biokimiawi mikroorganisme.

Algae planktonik saat lingkungan tertentu mampu berkembang menjadi populasi yang sangat besar sehingga mampu mengganti warna air. Laut merah memiliki warna yang istimewa dikarenakan oleh populasi padat alga hijau-biru (sianobakteri). *Oscillatoria erythraea*, yang mengandung pigmen fikoeritrin, dan fikosianin. Begitu juga “pasang merah” (red tides) dikarenakan oleh pertumbuhan yang pesat spesies planktonik tertentu. Di samping itu, terdapat juga populasi padat mikroba lain yang memberi warna coklat, kuning sawo, atau kuning kehijauan pada daerah perairan yang luas.<sup>30</sup>

Tanah juga mengandung alga walaupun kehadirannya itu tidak begitu banyak, tetapi alga itu substansial dalam penstabilan dan perbaikan sifat fisika tanah dengan mengakumulasi partikel dan penambahan bahan organik.

Ganggang digunakan manusia dalam banyak macam. Di Negara yang memiliki banyak algae merah dan coklat, dapat dimanfaatkan menjadi pupuk. Tanah di atom, yang pada dasarnya adalah sisa ganggang mati yang disebut di atom (terkumpul selama kurun waktu geologis dalam tumpukan besar di berbagai bagian bumi), di gunakan sebagai bahan

---

<sup>30</sup> Koes irianto, *mikrobiologi menguak dunia mikroorganisme jilid 2* (Bandung: yrama widya, 2006), h. 152.

penggosok dalam pekerjaan penggosokan. Telah juga digunakan untuk menciptakan bahan penginsulasi panas dan dalam beberapa jenis filter.<sup>31</sup>

### 1) Morfologi

Alga ditemukan sebagai uniseluler yang berstruktur bola, batang gada, atau kumparan. mampu bergerak atau tidak. Alga hijau uniseluler yang khas dan spesies lain berbentuk koloni multiseluler. Sebagian besar koloni merupakan kumpulan sel-sel tunggal yang terdiri dari berbagai jenis sel yang berfungsi khusus.

Alga sebagaimana protista eukariotik lainnya, mengandung nukleus yang dihalangi membran. Organisme lain yang ada di dalamnya yakni butir pati, pati, vakuola dan tetesan minyak. Satu sel memuat satu atau lebih kloroplas, yang serupa pita atau serupa cakram diskrit selayaknya yang ada pada tanaman hijau. Pada matriks kloroplas termuat gelembung pipih bermembran yang dinamakan tilakoid. Membrane tilakoid mengandung klorofil dan pigmen tambahan yang adalah situs reaksi cahaya untuk fotosintesis.

### 2) Reproduksi

Algae berkembang biak secara seksual atau asexual. Reproduksi asexual termasuk pada bakteri yaitu pembelahan biner. Organisme ganggang yang baru diawali dari suatu fragmen yang terpisah dari organisme multiseluler yang tua. Akan tetapi kebanyakan reproduksi asexual lebih rumit daripada ini dan melibatkan produksi spora-spora

---

<sup>31</sup> Michael J. Pelczar, E.C.S. Chan, *Op.Cit*, h. 238.

uniseluler. Di antaranya ialah akinet, yang pada dasarnya adalah sel vegetatif yang mempunyai selaput yang menebal dan dengan demikian mampu menetap dalam keadaan kering dan situasi lain yang dapat menguntungkan bagi pertumbuhan sel vegetatif. Banyak spora aseksual algae akuatik berflagela dan motil, dan dijuluki zoospora.<sup>32</sup>

### 3) Klasifikasi

Ganggang diklasifikasikan berdasarkan karakter berikut:

- a) Pigmen: susunan kimianya
- b) Hasil makanan cadangan: kimianya
- c) Flagela
- d) Dinding sel: kimia dan sifat fisiknya
- e) Organisasi sel
- f) Sejarah hidup dan reproduksi.<sup>33</sup>

### d. Protozoa

Protozoa bersumber dari bahasa Yunani yaitu *proto* dan *zoon* artinya “binatang pertama”, adalah protista eukariotik yang terdapat serupa sel tunggal dan mampu dibedakan dari protista eukariotik lain berdasarkan keahliannya berpindah posisi pada tingkat tertentu dalam siklus hidupnya dan tidak adanya dinding sel.<sup>34</sup>

Protozoa (spesies *Foraminifera* dan *Radiolaria* dan banyak spesies berflagela dan bersilia) pula terdapat dalam jumlah banyak di lingkungan yang ditempati fitoplankton. Tipe zooplankton ini

---

<sup>32</sup> *Ibid.* h. 242.

<sup>33</sup> *Ibid.* h. 245.

<sup>34</sup> *Ibid.* h. 218.

hidup dari fitoplankton, bakteri, dan zat-zat organik sebagai santapannya. Berdasarkan penelitian zooplankton menjauhi cahaya dan melakukan migrasi diurnal. Saat malam hari zooplankton memangsa fitoplankton di permukaan, sementara siang hari berada di zona fotik.<sup>35</sup>

Protozoa berfungsi selaku mata rantai utama dalam rantai makanan pada lingkup akuatik. Seperti misalnya di perairan marin, zooplankton ialah protozoa yang hidup dari fitoplankton yang fotosintetik. Yang pada akhirnya mereka akan menjadi santapan hewan laut yang lebih besar.

Terdapat sebagian protozoa yang mengakibatkan penyakit pada hewan, termasuk manusia. Mereka membiak di dalam inangnya, termasuk manusia. Sebagian hidup sebagai parasit obligat dan mampu menyebabkan penyakit kronis pada manusia, contohnya malaria dan penyakit tidur afrika.

#### 1) Morfologi

Bentuk serta ukuran protozoa amat beraneka ragam. Sebagian berbentuk oval dan membola, ada yang memanjang, ada juga yang *polimorfik*. Sejumlah protozoa berdiameter 1  $\mu\text{m}$ , lainnya serupa *Amoeba proteus*, berukuran 600  $\mu\text{m}$  bahkan lebih. Sebagian siliata yang biasanya menyentuh angka 2.000  $\mu\text{m}$  atau 2 mm, sehingga bisa diamati dengan mudah.

---

<sup>35</sup> Koes Irianto, *Mikrobiologi Menguk Dunia Mikroorganisme jilid 2* (Bandung: Yrama Widya, 2006), h. 153

Sel protozoa khusus diselubungi dengan membran sitoplasma. Sebagian besar disempurnakan dengan ektoplasma, yang bisa dibedakan dengan endoplasma. Sebagian besar komposisi seluler terdapat di endoplasma. Setiap sel protozoa sedikitnya memiliki satu nukleus. Namun banyak protozoa memiliki nukleus bahu rangkap (*multiple nuclei*) di sebagian besar siklus hidupnya.

Sebagian besar protozoa mampu membuat *sista*, yang untuk beberapa saat adalah seludang. Dengan cara ini bentuk vegetatif atau *trofozoid*, membentengi dirinya pada bahaya dari sekelilingnya, contohnya kekeringan dan kehabisan makanan pada inangnya.

## 2) Reproduksi

Protozoa membiak dengan proses perkawinan atau tanpa perkawinan. Tanpa perkawinan terjadi dengan pembelahan sel. Sel anakan bisa berukuran sama atau tak sama. Dikatakan pembelahan biner bila menjadi dua anak, bila terbentuk banyak anak dikatakan terjadi pembelahan bahu rangkap. Contoh dari reproduksi aseksual adalah tunas.

Reproduksi dengan perkawinan terjadi pada golongan protozoa. Konjugasi adalah penyatuan fisik antara dua individu yang dibrengi dengan pertukaran nukleus. Sejumlah protozoa memiliki siklus reproduksi yang kompleks, sebagian harus

berlangsung dalam inang vertebrata sementara yang lainnya harus terjadi dalam inang lain.<sup>36</sup>

#### e. Virus

Virus bukanlah sel lantaran ukurannya amat kecil, tidak mempunyai sitoplasma, membran sel, ribosom dan bisa dikristalkan. Hingga saat ini ilmuwan belum sepakat apa virus adalah makhluk hidup atau bukan, disebabkan virus tak melakukan pertumbuhan dan tak mengadakan metabolisme, juga tak mampu membiak dengan sendirinya. Pada akhirnya virus dijuluki makhluk peralihan antara hidup dan tak hidup.<sup>37</sup>

Bakteri memiliki ukuran yang lebih besar diandingkan virus, karena virus dapat menerobos saringan bakteri dengan mudahnya. Sebagian besar virus berukuran 2 sampai 20  $\mu\text{m}$ , jadi virus hanya bisa diamati menggunakan mikroskop elektron. tetapi terdapat beberapa virus yang berukuran lebih dari 300  $\mu\text{m}$ . Sampai saat ini orang belum berhasil memelihara virus di luar sel inang dan oleh karena itu banyak orang menganggapnya sebagai “jembatan” antara benda mati dan makhluk hidup, nama metaorganisme disematkan kepadanya.<sup>38</sup>

Virus hanya bisa hidup di dalam inangnya, sementara di luar tubuh inangnya virus dapat mengkristal dan tidak mengalami kehidupan selama mengkristal. Masih menimbulkan perdebatan diantara para

---

<sup>36</sup>Michael J. Pelczar, E.S.C. chan, *dasar-dasar mikrobiologi* (Jakarta: UI-Press, 2008), h. 222.

<sup>37</sup>Koes Irianto, *Mikrobiologi Mengukir Dunia Mikroorganisme Jilid 1* (Bandung: Yrama Widya, 2006), h. 193.

<sup>38</sup>Dwijosepuro, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005), h. 156.

ilmuan bahwa virus dikategorikan sebagai makhluk hidup atau makhluk tak hidup karena beberapa faktor menunjukkan bahwa virus merupakan makhluk hidup sedangkan beberapa faktor lainnya menandakan virus merupakan makhluk tak hidup seperti virus hanya bisa hidup di dalam tubuh inangnya dan virus tidak mengalami pertumbuhan, metabolisme dan tidak mampu membiak dengan sendirinya, maka dengan ini virus dikatakan organisme peralihan antara makhluk tak hidup dan makhluk hidup.

#### 1) Bentuk virus

Virus memiliki bentuk yang beraneka macam. Ada yang berbentuk batang, oval, bulat, dan ada yang bentuknya seperti huruf T. Karakteristik virus yang tak dipunyai makhluk hidup ialah tubuh virus sekedar terstruktur atas selubung, dinamakan kapsid yang beranggotakan protein dan asam nukleat. Sehingga, virus tak mempunyai sitoplasma seperti sel, serta tak mempunyai organel, sehingga metabolisme tidak dapat dilakukan. Sehingga para ahli tidak mengelompokkan virus sebagai sel atau organisme. Satu unit lengkap virion adalah virus yang mampu menginfeksi organisme lainnya.<sup>39</sup>

### **f. Bakteri**

Bakteri merupakan makhluk hidup yang amat kecil dan hanya bisa diamati menggunakan mikroskop. Untuk meneliti ukuran bakteri dipakai satuan micron ( $\mu\text{m}$ ), contohnya pada pengukuran virus. Bakteri

---

<sup>39</sup> Koes irianto, *Op.Cit*, h. 191.

yang diamati di laboratorium sebagian besar berukuran lebar 0,5-2  $\mu\text{m}$  dan panjang 1-5  $\mu\text{m}$ .<sup>40</sup>

Bakteri bermula dari istilah “*Bakterion*” berasal dari bahasa Yunani yang berarti tongkat atau batang. Sekarang ini nama itu dipergunakan untuk predikat golongan mikroorganisme yang uniseluler, tidak berklorofil, melakukan pembelahan diri serta dengan kecilnya hanya terlihat dengan mikroskop.<sup>41</sup>

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel tunggal yang ukurannya sangat kecil yaitu lebar 0,5-2  $\mu\text{m}$  dan panjang 1-5  $\mu\text{m}$  sehingga hanya dapat tampak menggunakan mikroskop, tetapi ukuran bakteri lebih besar jika dibandingkan dengan ukuran virus yang lebih kecil dan hanya bisa terlihat dengan memakai mikroskop elektron. Bakteri mempunyai bentuk yang berbeda dan peranan yang berbeda pula.

#### 1) Morfologi kasar sel bakteri

Sel bakteri sangat beraneka macam, sebagian spesies bisa berukuran 100 kali lebih panjang dibandingkan sel spesies lain.

##### a) Ukuran

Bakteri memiliki satuan ukuran dalam ( $\mu\text{m}$ ), yang sama dengan 1/1000 mm. bakteri yang sering dipelajari di praktikum mikrobiologi dasar berukuran 0,5-1,0 x 2,0-5,0  $\mu\text{m}$ . misalnya bakteri stafilokokus dengan bentuk bola memiliki diameter kira-kira 0,75-1,25  $\mu\text{m}$ .

---

<sup>40</sup>Koes Irianto, *Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme jilid 1* (Bandung:Yrama Widya, 2006), h. 56.

<sup>41</sup>Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005), h.22.



## b) Bentuk

Sel bakteri berbentuk serupa elips, bola, batang (silindris), atau spiral (heliks). Semua kriteria penting untuk mengkategorikan morfologi spesies. Sel bakteri dengan bentuk elips atau bola disebut kokus. Bakteri bentuk spiral biasanya ditemukan sebagai individu sel yang terpisah, misalnya spiroketa. Sebagiannya mengakibatkan penyakit yang akut pada manusia.<sup>42</sup>

## 2) Struktur Halus Sel Bakteri

Sel bakteri melalui pemeriksaan memakai metode mikroskopis modern mengungkap terdapatnya susunan luar dinding sel, struktur atau tubuh lainnya terselubungi oleh dinding sel, sebagian struktur umum ditemukan pada semuanya, layaknya dinding sel dan membran sitoplasma.<sup>43</sup>

## 3) Pertumbuhan

Bakteri pada pertumbuhan tidak selalu berkaitan dengan pembelahan. Banyak spesies bakteri bentuk batang, dikarenakan oleh banyak faktor ekstrogen, gagal mengadakan pembelahan, meskipun pembelahan nukleus, pertumbuhan dinding, membran, isi sel terus berlangsung. Hasilnya bukan penambahan jumlah sel, tetapi berbentuk vilamen yang panjang dan tidak bersekat. Beberapa zat penghalang pembelahan sel ialah sabun dan garam-garam

---

<sup>42</sup> Michael J Pelczar, Chan, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: UI-Press, 2008), h. 103.

<sup>43</sup> *Ibid.* h. 106.

empedu, radiasi ultraviolet, beberapa antibiotik, efek nutrisi, dan mutasi.<sup>44</sup>

Faktor-faktor lingkungan:

Faktor lingkungan yang mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri antara lain yaitu:<sup>45</sup>

a) Suhu

Temperatur adalah penyebab utama yang mempengaruhi pertumbuhan multiplikasi dan kelangsungan hidup semua makhluk hidup. temperatur yang rendah akan melambatkan metabolisme seluler, sementara temperatur yang tinggi meningkatkan taraf aktivitas sel. Namun setiap organisme mempunyai batas suhu terendah, batas suhu tertinggi, batas terhentinya tumbuh, dan suhu optimal untuk pertumbuhan dan reproduksi.

b) Bahan bentuk gas

tipe dan kadar gas di lingkungan amat berdampak pada pertumbuhan mikroba, nitrogen dan ammonia adalah gas yang juga penting dalam kehidupan bakteri. Ada juga gas racun yang dimanfaatkan untuk mematikan mikroba, contohnya formalin dan etilenoksida.

---

<sup>44</sup> *Ibid.* h. 143.

<sup>45</sup> Koes iryamto, *Mikrobiologi Menguak dunia Mikroorganisme Jilid 1* (Bandung: Yrama Wida, 2006), h. 149

c) Tekanan Osmosis

Tekanan osmosis menyebabkan peristiwa plasmolisis yang dikarenakan sel ada pada lingkungan dengan tekanan lebih rendah atau lebih tinggi dari isi sel.

d) Pengeringan

Mikroorganisme dalam keadaan pengeringan tidak mengalami pertumbuhan. Banyak bahan-bahan seperti buah-buahan, ikan dan daging yang diawetkan dengan pengeringan, mengandung sejumlah besar mikroorganisme hidup yang berada dalam keadaan non-aktif (dorman), yang segera tumbuh dan merusak makanan itu bila menjadi lembab.

e) Keadaan Ekstrem Dingin

Mikroorganisme amat resisten terhadap kondisi ekstrem dingin walaupun dalam bentuk vegetatif. Banyak spesies bakteri dan sel-sel hewan akan tumbuh seolah-olah tidak terpengaruh apa-apa setelah berada pada suhu hidrogen cair ( $-252^{\circ}\text{C}$ ). Efek mikrobiostatik dari pembekuan dalam banyak hal menyerupai efek pengeringan.

f) Efek Ion

Mikroorganisme dalam pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh efek ion, begitu juga setiap sel semua tanaman dan jaringan binatang, adalah kemasannya atau kebiasaan cairan yang menyelimutinya. Itulah sebabnya pH medium pembiakan dalam mikrobiologi harus ditentukan secara teliti. pH yang ditentukan itu tergantung pada jenis

organisme yang ingin dibiak, biasanya digunakan pH 7,0, tetapi umumnya berada antara 6,5 sampai 8,0 dan untuk beberapa spesies bahkan lebih, misalnya *Vibrio cholera* adalah alkalofil, yaitu menghendaki suasana basa (kira-kira pH 9,0). Beberapa bakteri tanah (*Agrobacterium sp.*) tumbuh baik pada pH 12. Bakteri yang asidofil dapat tumbuh sampai pada pH 2,0.

#### g) Efek Radiasi

Sinar inframerah, sinar-X dan sinar matahari termasuk dampak radiasi, inframerah jika terambil oleh benda yang tidak dipantulkan, akan mengeluarkan panas. Panas yang di keluarkan mampu menjadi letal bagi mikroba. Penyinaran singkat bertabiat mutagen dan karsinogenik, penyinaran lebih lama yaitu letal. Namun pemakaian sinar X untuk sterilisasi rutin akan mahal dan bisa berbahaya. Dan sinar matahari yang mempunyai aktivitas mematikan mikroba (atau disinfeksi) yang telah diketahui bahwa sebagian besar disebabkan oleh sinar lembayung ultra dalam cahaya matahari.

### **E. Teknik Pemeliharaan Mikroorganisme**

Mikroorganisme dalam pemeliharaan diawali dengan teknik penyiapan media hidupnya yang disebut media pembiakan. Suatu biakan yang terdiri dari satu tipe mikroba dinamakan kultur murni (*pure culture*). Untuk mengisolasi dan mempelajari mikroorganisme dalam satu kultur murni diperlukan alat-alat utama dan teknik tertentu. Sebagian besar bakteri tumbuh pesat pada medium dasar, yakni medium yang terdiri dari ekstrak daging + pepton + NaCl +

aquades. Untuk membuat medium padat diperlukan 3% kandungan agar dan untuk media setengah padat diperlukan 15% kandungan agar. Terdapat beberapa bakteri yang tidak mampu berkembang dengan baik pada medium dasar. penumbuhan jenis bakteri demikian diperlukan bahan tambahan, seperti darah, serum, ekstrak toge, kentang atau bahan lainnya.<sup>46</sup>

### 1. Kebutuhan Nutrisi untuk Mikroorganisme

Bakteri bertahan hidup dari makanan dan keadaan lingkungan. Sebagian besar bakteri membutuhkan bahan molekul ringan yang larut dalam air yang kebanyakan didapatkan dari nutrisi lengkap yang telah mengalami pemecahan enzimatik. Larutan yang berisi nutrisi demikian disebut medium kultur. Dengan banyaknya strain dan spesies mikroorganisme yang hidup, kebutuhan akan nutrisi dan kondisi fisik lingkungannya pun bervariasi. Kebutuhan makanan mikroorganisme diberikan melalui berbagai formulasi media tumbuh. Berbagai unsur makanan yang diperlukan mikroorganisme, diantaranya adalah Karbon, Nitrogen, unsur-unsur nonlogam yang utama adalah belerang, unsur metal diantaranya  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$ ,  $\text{Na}^{++}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , Kemudian energi, vitamin dan air.<sup>47</sup>

### 2. Sterilisasi

Proses kimia untuk membatasi pertumbuhan mikroba diantaranya: *Desinfektan* merupakan bahan kimia yang mampu mengendalikan pertumbuhan mikroba yang aktif (dalam fase vegetatif) pada bahan atau

---

<sup>46</sup> Subandi, *Mikrobiologi Kajian dalam perspektif islam* (Bandug: PT. Reaja Roadakarya, 2014), h. 139

<sup>47</sup> *Ibid.* h. 140

alat mati. *Antiseptik* yaitu bahan kimia yang dimanfaatkan terhadap jaringan hidup agar mencegah pertumbuhan mikroba. *Bahan kemoterapeutik* merupakan bahan kimia yang mampu menghancurkan dan membatasi pertumbuhan mikroba pada jaringan hidup. zat kimia yang digunakan diantaranya etilen oksida, beta-propiolaktone (untuk jaringan yang hidup). Metode fisik untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme meliputi: perlakuan temperatur tinggi, perlakuan temperatur rendah, radiasi, tekanan osmotik, pengeringan/ desikasi, virasi sonic (gelombang suara frekuensi tinggi), dan penyaringan/ filtrasi.<sup>48</sup>

### **3. Pembiakan**

#### **a. Pembiakan bakteri**

Pembiakan dibutuhkan untuk menelaah ciri bakteri agar mampu mengadakan identifikasi, determinasi, atau diferensiasi tipe yang ditemukan. Pertumbuhan bakteri terkait pada faktor luar, seperti makanan, atmosfer, temperatur, kelembapan, kadar ion hidrogen, cahaya, dan zat kimia yang mampu menghambat atau membunuhnya. Media pembiakan yang dipakai untuk mengembangbiakan bakteri di laboratorium ialah media pembiakan dasar yang merupakan medium pembiakan sederhana yang berisikan zat yang lumrah dibutuhkan beberapa mikroba, yang digunakan untuk komponen dasar pembuatan medium perkembangbiakan lain.<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> *Ibid.* h. 145

<sup>49</sup> Koes Irianto, *Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme Jilid 1* (Bandung: Yrama Widya, 2006), h. 121

### **b. Pemiakan jamur**

Medium untuk mengisolasi fungi menggunakan PDA (*Potato Dextrose Agar*). Isolasi kapang dari udara, Petridis berisi media PDA terbuka selama 15 menit di tempat fungi akan “ditangkap”, lalu Petridis ditutup dan diinkubasi pada temperatur yang sesuai.<sup>50</sup>

### **F. Sifat-sifat Koloni**

Koloni mikroba mempunyai sifat pertumbuhan yang dinamakan sifat koloni, sifat yang ada kaitannya dengan susunan, bentuk, pengkilatan, permukaan, dan lain-lain. Penelitian sifat ini bisa dilaksanakan dengan mata biasa tanpa memakai mikroskop, penelitian ini dinamakan pengamatan mikroskopi. Agar nampak jelas, bakteri harus ditumbuhkan di media padat.<sup>51</sup>

#### **Sifat-sifat suatu koloni dalam medium padat**

Koloni di agar lempengan mempunyai sifat terkait bentuk, tepi, dan permukaan. Bentuk koloni dilukiskan sebagai bulat, titik, berbenang, serupa akar, tidak beraturan, dan seperti kumparan. Bentuk koloni bisa timbul, datar, melengkung, membukit, cembung, berkawah. Sisi koloni ada yang utuh, berbelah, berombak, berbenang, bergerigi, dan keriting.<sup>52</sup>

### **G. Penentuan Jumlah Bakteri**

Bakteri dalam penentuan jumlah dapat dilakukan dalam beberapa cara. Metode yang amat sering dipakai ialah cara menghitung koloni pada lempeng pembiakan (*plate count*).

---

<sup>50</sup> Indrawati Ganjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyati Oetari, *Mikrobiologi dasar dan terapan* (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h. 159.

<sup>51</sup> Dwidjoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005), h. 49.

<sup>52</sup> *Ibid.* h. 52

Cara perhitungan pada lempeng pembiakan:

1. Bahan pemeriksaan diencerkan seperlunya
2. Suatu volume tertentu ditetaskan dalam pinggan petri steril, kemudian dituang dengan media pembiakan padat yang sudah dicairkan dan didinginkan sampai temperatur tidak lebih dari 45°C. Lalu dicampur rata cairan dibiarkan membeku.
3. Penghitungan koloni dilaksanakan setelah inkubasi pada temperatur yang tepat, satu bakteri mampu tumbuh menjadi satu koloni yang terhitung mewakili sejumlah bakteri hidup yang terkandung dalam setiap volume pengenceran yang dipakai.

Cara diatas disebut “*metode penghitungan bakteri hidup*” atau “*metode penghitungan koloni*”. Cara lain yang hampir sama ialah :

1. 0,1 sampai 1 ml bahan penelitian digabung dengan media pembiakan agar yang sudah dicairkan dan dibiarkan dingin mencapai temperatur  $\pm 45^{\circ}\text{C}$ .
2. dihomogenkan, lalu campuran itu dimasukkan ke petridis steril, lalu dibekukan, setelahnya dieramkan.

Bahan percobaan bila perlu diencerkan agar menghindarkan total koloni terlalu banyak sehingga tidak bisa dihitung. Hasil hitungan yang seharusnya yakni antara 30 – 300 koloni setiap cawan pembiakan.<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup> Koes Irianto, *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid 1* (Bandung: Yrama Widya, 2006), h. 133.



## H. Analisis Materi Pembelajaran

Biologi merupakan cabang pembelajaran sains yang diterapkan di dunia pendidikan dengan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Dalam mempelajari sains terdapat sisi subjektif dan sisi objektif.<sup>54</sup> Sains adalah suatu keperluan yang senantiasa dicari oleh manusia dikarenakan memberi suatu cara berfikir sebagai suatu susunan pengetahuan yang lengkap. Sains memakai suatu pendekatan empiris untuk memecahkan penjelasan alami mengenai kejadian di alam semesta. Mendidik menggunakan sains dan mendidik dalam sains ialah suatu wahana untuk mempersiapkan anggota masyarakat supaya mampu ikut serta dalam memenuhi kebutuhan dan menentukan arah penerapannya.<sup>55</sup>

Pembelajaran biologi memfokuskan pada pemberian pengalaman langsung. Karenanya peserta didik harus dibantu untuk mengembangkan beberapa keterampilan proses supaya dapat mengeksplorasi dan memahami alam sekelilingnya. Keterampilan proses ini mencakup keterampilan mengamati dengan panca indra, menggunakan alat dan bahan secara benar dengan selalu mempertimbangkan keselamatan kerja, mengajukan hipotesis, mengolongkan, mengajukan pertanyaan, menafsirkan data dan mengkomunikasikan hasil temuan secara beragam, menggali dan memilih informasi faktual yang sesuai untuk menguji gagasan atau memecahkan masalah keseharian.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Sober E, *Phylosophy of Biology* (San Fransisco: Westview Press, 1993), h. 203.

<sup>55</sup> Tim Pengembangan Ilmu Pendidikan FI-UPI, *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan* (Jakarta: PT Imperial Bhati Utama, 2007), h. 266.

<sup>56</sup> *Ibid.* h. 267.

Pencemaran udara termasuk kedalam materi pembelajaran pencemaran lingkungan bidang studi biologi di kelas X semester genap. Pencemaran udara yang diteliti oleh peneliti disini tentang pencemaran udara yang disebabkan oleh gas emisi kendaraan bermotor. Pencemaran udara tidak hanya mempengaruhi tumbuhan di sekitarnya tetapi juga mempengaruhi makhluk hidup lain seperti manusia, hewan dan juga mikroba.

Penelitian tentang dampak gas emisi kendaraan bermotor yang bisa menimbulkan pencemaran lingkungan dan mampu mengganggu aktivitas mikroba di udara ini diharapkan mampu menjadi petunjuk yang sesuai pada konsep pembelajaran. Kompetensi dasar yang akan dicapai yaitu mengidentifikasi pencemaran lingkungan serta faktor-faktornya serta cara pencegahan dan penyelesaiannya. Dengan demikian penelitian ini dirasa sesuai untuk dijadikan sumber belajar yang relevan bagi materi pencemaran lingkungan.

## **I. Kerangka Pemikiran**

Udara adalah elemen yang amat krusial untuk menunjang kehidupan makhluk hidup. Udara juga memiliki fungsi yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia seperti untuk proses pernafasan bagi manusia dan hewan dan untuk proses fotosintesis pada tumbuhan.

Kendaraan bermotor pada saat ini bukanlah sesuatu yang mengherankan, hampir semua kalangan masyarakat memiliki kendaraan bermotor untuk memudahkan aktivitasnya. Kendaraan bermotor memiliki dampak positif seperti memudahkan untuk bepergian dan lebih efisien. Tetapi disamping

dampak positif tersebut kendaraan bermotor menimbulkan dampak negatif yaitu dengan adanya gas emisi yang dikeluarkan.

Gas emisi kendaraan bermotor mampu menimbulkan pencemaran udara tepatnya pencemaran udara di luar ruangan. Dimana kendaraan bermotor adalah faktor pencemaran udara yang bergerak yang mengeluarkan gas emisi yang mengandung zat timbal yang tinggi, oksida nitrogen, hidrokarbon dan karbon monoksida yang akan mengganti formasi komposisi udara yang semestinya. Dan bisa mengakibatkan udara tidak dapat menjalankan fungsinya dengan semestinya, hal ini bisa mempengaruhi kehidupan makhluk hidup terutama mikroba yang menjadikan udara sebagai media tempat hidupnya. Karena gas beracun yang di keluarkan oleh kendaraan bermotor dapat menghambat bahkan mematikan mikroba yang ada di udara.

Uraian diatas dapat menjadi landasan penelitian bagi peneliti untuk meneliti tentang studi komparasi total jumlah mikroba di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung.

## **J. Hipotesis**

Didasarkan deskripsi rumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah diuraikan dapat dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut :

$H_0$  = Tidak terdapat mikroba di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung

$H_1$  = Terdapat mikroba di lahan parkir Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di bulan September 2018 di laboratorium terpadu Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung di Jalan Let. Kol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan Penelitian**

##### **1. Alat**

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah oven, timbangan analitik, spatula, gelas ukur, gelas kimia, inkubator, kawat ose, api bunsen, cawan petri, autoklaf, erlenmeyer, tabung reaksi, kertas timbang, *beaker glass*, kompor, pipet tetes, *cover glass*, *object glass*, mikroskop, kertas buram, termometer, tissu, aluminium foil.

##### **2. Bahan**

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah aquades, NA (*Nutrient Agar*), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), antibiotik Chloramphenicol 500 mg, zat warna pewarna gram yaitu kristal violet, lugol iodine, etil alkohol 95% dan safranin.

#### **C. Jenis Penelitian**

Tipe penelitian yang dilakukan merupakan penelitian komparatif, yaitu suatu penelitian yang membandingkan. Variabelnya serupa dengan penelitian

variabel mandiri, namun untuk sampel yang lebih dari satu atau dalam masa yang berbeda.

#### **D. Populasi dan Sampel**

##### **1. Populasi**

Populasi dalam penelitian ini yaitu semua mikroba udara yang terdapat di area/lahan yang ada pada UIN Raden Intan Lampung.

##### **2. Sampel**

Pengambilan sampel dengan metode *purposive sampling*, dan yang dijadikan sampel dalam penelitian ini yaitu mikroba udara yang ada di 9 lahan parkir, yaitu lahan parkir rektorat, lahan parkir akademik pusat, lahan parkir perpustakaan pusat, lahan parkir syari'ah, lahan parkir dakwah, lahan parkir ushuludin, lahan parkir FEBI, lahan parkir tarbiyah dan keguruan 1 bagian depan dan lahan parkir tarbiyah dan keguruan 2 bagian belakang Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

#### **E. Cara Kerja**

##### **1. Pembuatan Media Tumbuh Mikroba**

###### **a. Media NA (*Nutrient Agar*)**

Media dasar dibuat dengan aturan menimbang *Nutrient Agar* (NA) sejumlah 14 gram dengan menggunakan timbangan analitik, lalu dilarutkan dalam 500 mL aquades (28 g/1000 mL) menggunakan erlenmeyer. Kemudian, media dipanaskan menggunakan kompor hingga mendidih. Media yang telah homogen ini disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit, lalu

didinginkan mencapai suhu  $\pm 45-50^{\circ}\text{C}$ . setelah dingin media NA dituangkan ke cawan petri. Dibiarkan media pada cawan petri membeku total. Kemudian media dimasukkan ke inkubator dengan suhu  $37^{\circ}\text{C}$ , selama 24 jam untuk uji kualitas media, dengan keadaan petridis steril terbalik dan dilapisi dengan kertas buram.

#### **b. Media PDA**

Menimbang serbuk media *Potato Dextrose Agar* (PDA) sejumlah 18 gram dengan menggunakan timbangan analitik, ditambahkan aquades sebanyak 500 ml, lalu dialihkan ke erlenmeyer. Diampurkan larutan dengan pemanasan dan diaduk selama 30 menit, jangan sampai mendidih, lalu di steril dengan autoklaf dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit. Didiamkan larutan hingga suhu  $45-50^{\circ}\text{C}$  lalu ditambahkan antibiotik chloramphenicol 500 mg kedalam larutan. Kemudian media dituang di Petridis, didiamkan hingga membeku sempurna. Setelah membeku dimasukan ke inkubator dengan suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam untuk uji kualitas media.

### **2. Pengambilan Sampel**

Sampel pada penelitian ini diambil dengan cara meletakkan cawan petri pada titik yang telah ditentukan yaitu di 9 lahan parkir, yaitu lahan parkir rektorat, lahan parkir akademik pusat, lahan parkir perpustakaan pusat, lahan parkir syari'ah, lahan parkir dakwah, lahan parkir ushuludin, lahan parkir ekonomi dan bisnis islam, lahan parkir tarbiyah dan keguruan 1 bagian depan dan lahan parkir tarbiyah dan keguruan 2 bagian belakang

Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, dengan kondisi cawan petri terbuka selama 15 menit, lalu cawan petri kembali ditutup. selanjutnya cawan petri dibawa ke laboratorium untuk diinkubasi.

### **3. Inkubasi media**

Cawan petri yang memuat media NA dan PDA setelah proses pengambilan sampel maka dilakukan proses inkubasi. Proses inkubasi dilakukan untuk memberi waktu mikroba untuk bertumbuh. Masa inkubasi untuk media NA dan PDA berbeda. Media NA yang akan di tumbui oleh bakteri memiliki masa inkubasi selama satu hari atau 24 jam sedangkan untuk media PDA yang ditumbui oleh jamur memiliki masa inkubasi 3 hari atau 72 jam. Proses inkubasi ini dilakukan dengan menggunakan inkubator dengan suhu 37°C.

### **4. Pengamatan Sampel**

#### **a. Menghitung Jumlah Koloni yang Tumbuh pada Media**

Menghitung total koloni dilaksanakan setelah pengambilan sampel mikroba udara di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung dan melalui proses inkubasi. Perhitungan koloni dengan teknik hitungan cawan (*Total Plate count*), metode ini juga diistilahkan “*metode penghitungan bakteri hidup*” atau “*metode penghitungan koloni*”, dengan menggunakan metode hitungan cawan hendaknya total koloni mikroba yang tumbuh dan bisa dihitung berkisar antara 30-300 koloni. Dengan ketentuan:

- 1) Bila seluruh pengenceran yang dipakai untuk menekan berada pada angka kurang dari 30 pada petridis, hanya total koloni di pengenceran paling rendah yang dihitung. Hasilnya diinformasikan kurang dari 30 dikalikan besarnya pengenceran, tetapi total yang sesungguhnya wajib dituliskan.
- 2) Bila seluruh pengenceran yang digunakan menghaikan angka lebih dari 300, hanya total koloni pada pengenceran paling tinggi yang dihitung. Hasilnya diinformasikan lebih dari 300 dikalikan besarnya pengenceran, namun total yang sesungguhnya harus dituliskan.

**b. Pengamatan Sifat-sifat Koloni Mikroorganisme pada Media Biakan**

Pola perkembangan/pertumbuhan mikroba pada nutrisi agar plate (petridish) akan menunjukkan pertumbuhan koloni bakteri yang terisolasi pada media NA sebagai berikut:

- 1) Ukuran: koloni bakteri sebesar lubang jarum, pertumbuhan koloni kecil, pertumbuhan sedang, dan pertumbuhan besar.
- 2) Pigmentasi: menunjukkan ada pewarnaan pada koloni
- 3) Bentuk: bentuk koloni yang berkembang dapat membentuk lingkaran dengan ujung luar yang tidak terputus, pertumbuhan tidak beraturan, bagian luar menonjol dan bervariasi, pertumbuhan seperti akar dan pertumbuhan menyebar.



4) Batas/sisi koloni: penampakan ujung luar dari koloni dapat di deskripsikan sebagai berikut:

- a) Entire: perbatasan rata dan tidak tajam
- b) Lobate: batas menonjol nyata
- c) Undulate: menonjol dan bersifat berombak
- d) Serrate: bentuk seperti gigi
- e) Filamentus: seperti benang dengan ujung yang menyebar

5) Bentuk permukaan/elevasi: kondisi permukaan, tingkat sampai seberapa pertumbuhan koloni muncul pada permukaan dapat di deskripsikan sebagai berikut:

- a) Flat: tampak tidak ada perbedaan permukaan (rata)
- b) Raised: permukaan sedikit membentuk elevasi
- c) Convex: elevasi seperti kubah masjid
- d) Umbonate: pertumbuhan menonjol cembung dengan bagian tengahnya rata.

Sedangkan pola perkembangan jamur yang terisolasi dalam media PDA yaitu meliputi:

- 1) Warna koloni
- 2) Bentuk koloni yaitu apakah berbentuk bulat atau tidak beraturan
- 3) Permukaan koloni apakah licin, granular, seperti tepung, seperti beludru atau menggunung
- 4) Pertumbuhan koloni, setelah diinkubasi selama 3 hari diamati pertumbuhan koloninya apakah pesat atau tidak pesat.

### c. Pengamatan Morfologi Mikroba

Pengamatan morfologi mikroba bakteri yang tumbuh pada media NA dilakukan dengan pewarnaan gram. Bakteri bersifat tidak berwarna atau transparan, pewarnaan bermaksud agar sel bakteri lebih mudah diamati dengan penambahan zat warna. Zat warna akan membiaskan cahaya, sehingga kontras sel bakteri dengan sekitarnya ditingkatkan. Dengan prosedur :

- 1) Menyiapkan *object glass* yang siap pakai
- 2) Pembuatan film, pembuatan film dari kultur medium padat harus ditambah dengan air steril. Pengenceran suspensi di kerjakan pada kaca objek dengan mengambil 1 ose kultur dari permukaan kemudian dicampur dengan 1-2 ose air. Air dari suspensi padat dicampurkan dengan gerakan mengecek melingkar di atas kaca objek membentuk bulatan agak transparan kira-kira sebesar koin 50 rupiah.
- 3) Film di biarkan mengering kemudian di fiksasi dengan aturan diawatkan di atas api bunsen sebanyak 3 kali
- 4) Film di tetesi dengan kristal violet dan didiamkan selama 1 menit
- 5) Di bilas menggunakan air secukupnya
- 6) Meneteskan lugol iodin dan ditunggu 1 menit
- 7) Di bilas dengan air secukupnya

- 8) Di lunturkan dengan etil alkohol 95% dengan cara di teteskan setetes demi setetes sampai Kristal violet terbukti tidak luntur dari film
- 9) Di bilas dengan air secukupnya
- 10) Memberi warna counterstain dengan safranin selama 45 detik
- 11) Di bilas dengan air secukupnya
- 12) Di keringkan dengan kertas tisu
- 13) Mengamati dengan perbesaran 100x

Pengamatan morfologi mikroba jamur yang tumbuh di media PDA dilakukan dengan tahapan pembuatan preparat jamur adalah menyiapkan *object glass*, *cover glass*, dan *tissue* steril. Jamur yang telah diisolasi pada media PDA diambil dengan memakai jarum ose dan kemudian ditutup dengan *cover glass*. Preparat diletakkan pada mikroskop dan dilakukan pengamatan dengan perbesaran 100x.

#### **F. Parameter Penelitian**

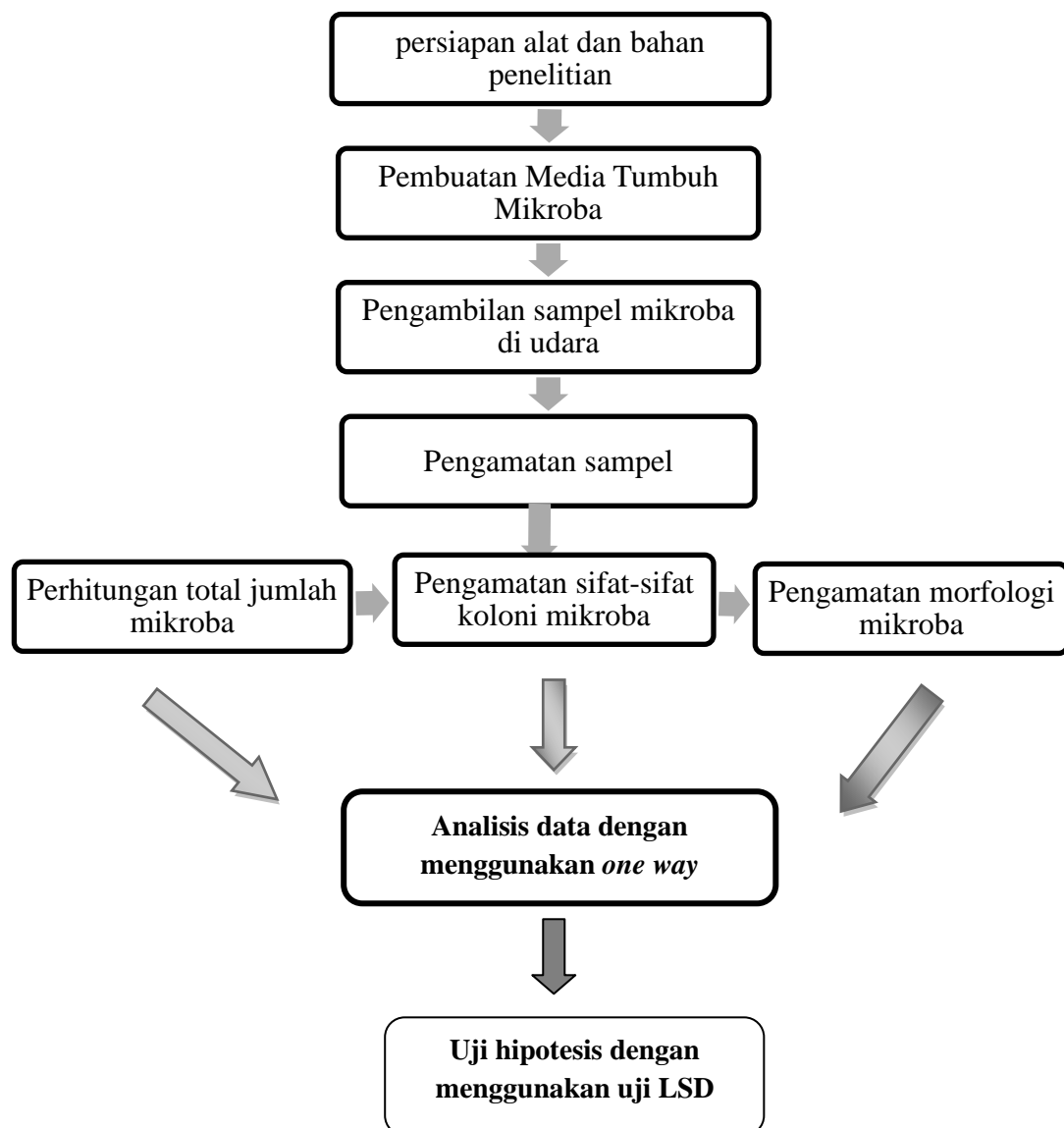
Parameter yang akan diteliti meliputi suhu, total jumlah mikroba, sifat-sifat koloni mikroba dan morfologi mikroba.

#### **G. Analisis Data**

Analisis data pada penelitian ini menggunakan *One Way ANOVA*, Anova adalah *analysis of varian*. ANOVA merupakan salah satu uji komparatif yang dimanfaatkan untuk menguji perbedaan rerata baik dalam satu sampel maupun dalam beberapa sampel. Penelitian ini membandingkan

rata-rata total jumlah mikroba di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung. Apabila perbedaan dari uji anova dikatakan signifikan, maka diteruskan dengan uji hipotesis. Uji hipotesis dalam penelitian ini memakai uji *Least Significant Different* (LSD). Uji LSD digunakan guna mengetahui perbedaan setiap perlakuan, beda nyata perlakuan atau beda nyata antara perlakuan dengan taraf nyata 5%.

#### H. Alur Kerja Penelitian



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Gambaran tempat penelitian**

Tempat pengambilan sampel berada di sembilan lahan parkir yang terdapat di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, yaitu lahan parkir rektorat. Lahan parkir akademik pusat, lahan parkir perpustakaan pusat yang berada di depan gedung perpustakaan pusat. Lahan parkir fakultas dakwah yang berada di dalam fakultas dakwah. Lahan parkir fakultas syari'ah yang berada di dalam fakultas syari'ah. Lahan parkir FEBI yang berada di samping gedung dosen Ekonomi dan Bisnis islam. Lahan parkir fakultas Ushuludin yang berada di depan kantin fakultas Ushuludin. Lahan parkir fakultas tarbiyah dan keguruan 1 yang berada di belakang gedung jurusan pendidikan bahasa arab dan di depan gedung jurusan PGRA dan yang terakhir yaitu lahan parkir tarbiyah dan keguruan 2 yang berada di samping gedung jurusan pendidikan konseling.

Lahan parkir tersebut kemudian tiap-tiapnya dihitung jaraknya dimulai dari gerbang depan hingga pada per-lahan parkir. Posisi lahan parkir yang paling dekat dengan gerbang depan ialah lahan parkir rektorat yang berjarak 0,12 km. Lahan parkir akademik pusat berjarak 0,14 km. Lahan parkir perpustakaan pusat berjarak 0,16 km. Lahan parkir syariah berjarak 0,18 km. lahan parkir dakwah berjarak 0,13 km. Lahan parkir FEBI berjarak 0,24 km. Lahan parkir Ushuluddin berjarak 0,27 km. Lahan parkir tarbiyah dan

keguruan 1 berjarak 0,25 km lahan parkir tarbiyah dan keguruan 2 berjarak 0,26 km.

## B. Karakteristik Mikroba

Berdasarkan hasil pengamatan di 9 lahan parkir UIN Raden Intan Lampung. Pengamatan ini dilakukan dengan 3 kali pengambilan sampel yaitu pada pagi, siang, dan sore hari dengan menggunakan dua media yaitu media NA (*Nutrient agar*) sebagai media tumbuh bagi bakteri dan media PDA (*Potato dextrose agar*) sebagai media tumbuh bagi jamur, serta menggunakan 3 kali pengulangan. Pada pengamatan mikroba ditemukan jumlah, bentuk dan sifat mikroba yang berbeda di setiap lahan parkir.

### 1. Rata-rata jumlah Mikroba

Rata-rata jumlah bakteri di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1**  
**Rata-rata jumlah koloni bakteri dan jamur di lahan parkir**

Area Parkir	Nilai rata-rata $\pm$ SD	
	Bakteri	Jamur
Rektorat	$4,33 \times 10^{2a} \pm 101,93$	$1,6 \times 10^{ad} \pm 1,53$
Akademik pusat	$5,05 \times 10^{2ac} \pm 60,04$	$1,5 \times 10^{abd} \pm 7,64$
Perpustakaan pusat	$5,40 \times 10^{2abc} \pm 64,50$	$8 \times 10^{-1bc} \pm 2,08$
Dakwah	$4,44 \times 10^{2ac} \pm 74,11$	$1,6 \times 10^{abd} \pm 5,29$
Syariah	$5,46 \times 10^{2abc} \pm 58,35$	$1 \times 10^{abc} \pm 3,79$
FEBI	$6,61 \times 10^{2b} \pm 99,38$	$2,1 \times 10^d \pm 5,57$
Ushuludin	$5,26 \times 10^{2ac} \pm 66,30$	$7 \times 10^{-1c} \pm 1,00$
Tarbiyah 1	$5,17 \times 10^{2ac} \pm 66,16$	$1,2 \times 10^{ac} \pm 4,04$
Tarbiyah 2	$5,66 \times 10^{2bc} \pm 28,75$	$1,3 \times 10^{ac} \pm 3,51$

Sumber : Data Terolah

Keterangan : Angka-angka yang diiringi dengan huruf berbeda maka berbeda nyata pada uji lanjutan LSD.

Tabel 1 di atas menunjukkan hasil pengamatan rata-rata jumlah mikroba pada 9 lahan parkir di UIN Raden Intan Lampung. Tabel hasil uji lanjutan LSD untuk rata-rata jumlah bakteri dari data yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa angka yang diiringi dengan huruf yang serupa menunjukkan tak berbeda secara signifikan, akan tetapi berbeda pada rata-rata angkanya.

a. Rata-rata jumlah koloni bakteri

Hasil yang didapatkan dari tabel 1 dengan analisis menggunakan uji lanjutan LSD menunjukkan hasil bahwa lahan parkir FEBI memiliki hasil rata-rata jumlah bakteri yang berbeda nyata dengan lahan parkir rektorat. Lahan parkir FEBI memiliki jumlah bakteri dengan rata-rata terbesar, sedangkan lahan parkir Rektorat memiliki jumlah bakteri dengan rata-rata terkecil.

Pengamatan jumlah bakteri di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung dilakukan dengan menggunakan media NA (*Nutrient Agar*). Media NA yang siap digunakan diletakkan secara terbuka di setiap lahan parkir dengan keadaan terbuka selama 15 menit. Setelah 15 menit sampel di inkubasi pada inkubator sepanjang waktu 24 jam dengan suhu 35°C. Sesudah 24 jam maka dihitung total koloni bakteri yang tumbuh menggunakan teknik TPC (*Total Plate Count*).

Bakteri yang didapatkan memiliki rerata dari tertinggi ke terendah yakni lahan parkir FEBI, tarbiyah dan keguruan 2, syariah, dakwah, perpustakaan pusat, tarbiyah dan keguruan 1, akademik pusat dan yang paling

rendah adalah rektorat. Peraturan MENKES nomor 1077 tahun 2011 tentang persyaratan kontaminan biologi ditetapkan bahwa kadar maksimal bakteri patogen adalah 0 CFU/m<sup>3</sup> dan kadar maksimal angka kuman adalah < 700 CFU/m<sup>3</sup>.

b. Rata-rata jumlah koloni jamur

Hasil yang didapatkan dari tabel 1 dengan analisis menggunakan uji Anova menunjukkan hasil bahwa lahan parkir FEBI memiliki hasil rata-rata jumlah jamur yang berbeda nyata dengan lahan parkir Ushuludin. Lahan parkir FEBI memiliki jumlah jamur dengan rata-rata terbesar, sedangkan lahan parkir Ushuludin memiliki jumlah jamur dengan rata-rata terkecil.

Pengamatan jumlah jamur di lahan parkir dilakukan dengan memanfaatkan media *Potato Dextrose Agar*. Medium PDA yang siap digunakan diletakan pada setiap lahan parkir dengan kondisi terbuka selama 15 menit. Setelah 15 menit maka di inkubasi dalam inkubator selama 3x24 jam, setelah diinkubasi maka dilakukan perhitungan koloni jamur dengan metode TPC (*Total Plate Count*).

Pada pengamatan jamur didapatkan hasil rata-rata jumlah koloni jamur dari tertinggi hingga terendah adalah lahan parkir FEBI, rektorat, dakwah, akademik pusat, tarbiyah dan keguruan 2, tarbiyah dan keguruan 1, syariah, perpustakaan pusat, dan yang paling rendah adalah ushuludin.

Bakteri dan jamur memiliki rata-rata tertinggi di lahan parkir FEBI. Lahan parkir FEBI berada di depan gedung jurusan pendidikan biologi dan disamping gedung dosen FEBI. Lahan parkir FEBI bertekstur tanah berpasir.



Sehingga ketika banyak kendaraan yang melewati lahan parkir FEBI tanah tersebut akan berubah menjadi debu yang akan terbawa dan berterbangan di udara. Debu tersebut banyak membawa mikroba baik bakteri atau jamur dari tanah yang diterbangkan angin. Sesuai dengan penelitian Despoina S. Lymperopoulou yang menyatakan bahwa bakteri lebih banyak terdapat di lingkungan yang berangin dibandingkan dengan tempat yang kurang berangin.<sup>1</sup> Bakteri berlimpah di atmosfer, dimana mereka sering mewakili sebagian besar partikel organik. Bakteri di udara dapat menjadi patogen bagi tanaman dan ternak biasanya tersebar di atmosfer, dan bakteri di udara dapat memiliki efek pada kesehatan manusia sebagai patogen atau pemicu asma alergik dan alergi.<sup>2</sup>

Udara bukanlah tempat tumbuh bagi mikroba melainkan udara adalah tempat dimana terdapat mikroba terdapat dalamnya dalam bentuk spora. Mikroba di udara dalam bentuk spora serta bersifat sementara dan beragam. Udara yaitu pengangkut partikulat debu dari tanah dan tetesan cairan dari air yang menguap dan kemudian jatuh kembali menjadi tetesan cairan yang semuanya ini barangkali dimuati mikroba<sup>3</sup>

Lahan parkir FEBI berada di pinggir jalan yang merupakan lalu lintas kendaraan keluar masuk dari luar kampus maupun dari dalam kampus menuju keluar kampus. Ketika kendaraan melaju di jalan yang berdekatan

---

<sup>1</sup> Despoina S. Lymperopoulou, *Contribution of Vegetation to the Microbial Composition of nearby Outdoor Air* (California, USA: American Society for Microbiology, 2016).

<sup>2</sup> Robert M. Bowers, *Source of Bacteria in Outdoor Air Across Cities in the Midwestern United States* (Amerika, American Society for Microbiology, 2011)

<sup>3</sup> Indrawati Ganjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyati Oetari, *Mikrobiologi Dasar dan Terapan* (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h. 159.

dengan lahan parkir atau kendaraan yang keluar masuk ke lahan parkir FEBI maka kendaraan tersebut banyak membawa debu yang di dalamnya terdapat mikroba yang berasal dari tanah. Sesuai dengan penelitian Bartlett yang menyatakan tingginya konsentrasi dan jenis bakteri dan jamur pada lahan parkir bisa disebabkan oleh keadaan lahan yang lebih dinamis oleh adanya kendaraan yang keluar masuk ataupun kendaraan yang melintas di sekitarnya. Pergerakan yang tinggi keluar masuk suatu area mampu mengakibatkan terbawa masuknya polutan, termasuk mikroba, dari luar ke dalam lahan yang terbawa oleh kendaraan.<sup>4</sup>

## 2. Pengamatan mikroskopis bakteri

### c. bentuk bakteri

Bakteri dikategorikan menjadi tiga, yakni kokus, basil dan spiral. Setiap karakteristik ini penting dalam mengkategorikan morfologi suatu spesies. Sel bakteri yang berwujud layaknya bola disebut kokus. Sel bakteri berbentuk batang dinamakan basil. Sel bakteri yang tidak saling melekat biasa disebut dengan spiral.<sup>5</sup> Dalam penelitian yang telah dilakukan di dapatkan hasil bakteri berbentuk kokus dan basil.

### d. Sifat bakteri

Pengamatan sifat bakteri ini dengan menggunakan prosedur pewarnaan gram. Bakteri dibedakan menjadi dua yaitu gram positif dan gram negatif. Bakteri gram positif mempunyai membran sel yang tebal sehingga mampu mempertahankan zat warna kristal violet yang pertama kali diberikan,

---

<sup>4</sup> Bartlett, *Report on Evaluating Indoor Air Quality: Test Standards for Bioaerosols*. (University of British Columbia, 2003). 99FS-64.

<sup>5</sup> Michael J Pelczar, *Dasar-dasar Mikrobiologi* (Jakarta: UI-Press, 2008), h. 103.

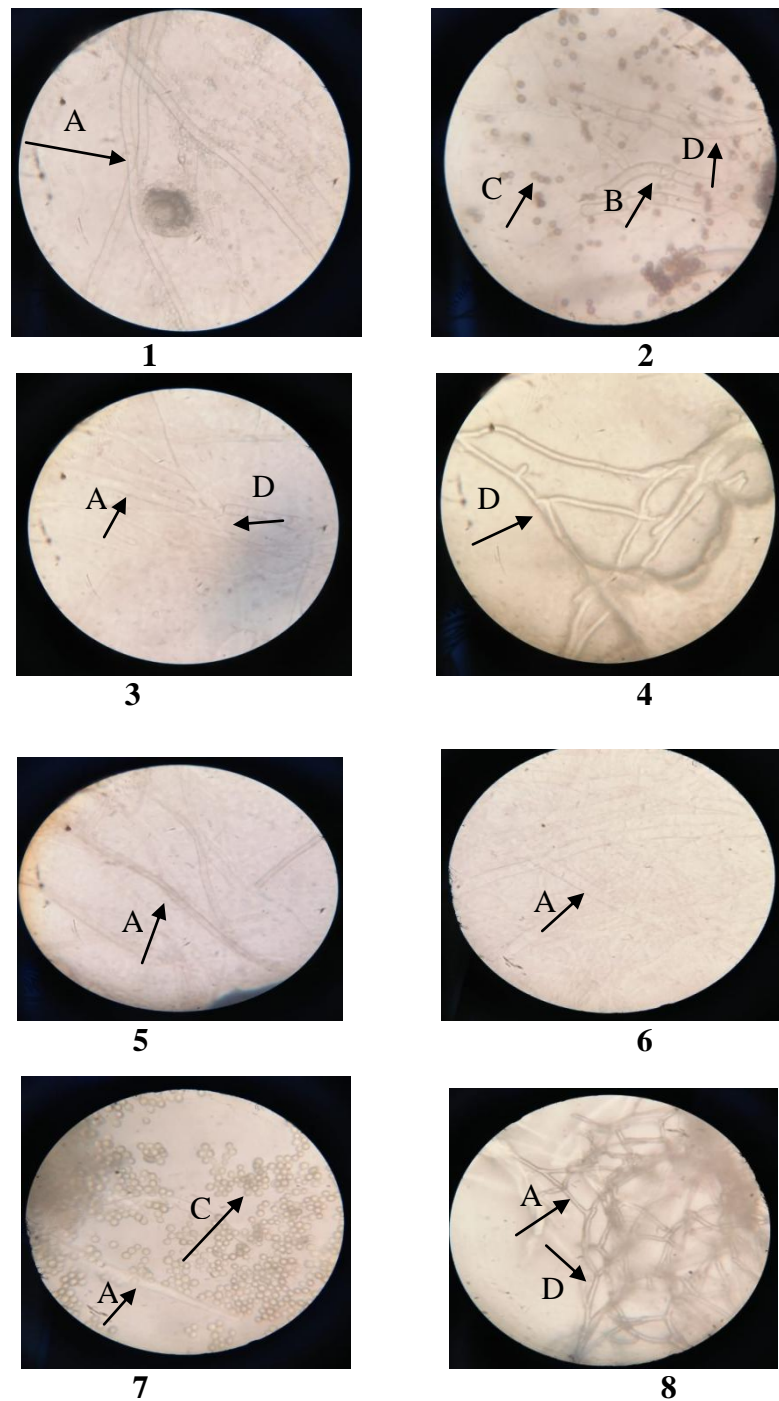
sementara pada bakteri gram negatif memiliki membran sel yang tipis sehingga tidak bisa mempertahankan zat warna kristal violet yang pertama diberikan waktu pembilasan, sehingga yang tertinggal zat warna safranin yang terakhir diberikan.<sup>6</sup> Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa sifat bakteri yang diteliti memiliki sifat bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.

### 3. Pengamatan mikroskopis jamur

Pengamatan mikroskopis pada jamur meliputi hifa dan spora jamur. penelitian ini dilakukan dengan mengambil sebagian koloni jamur yang tumbuh pada cawan petri setelah inkubasi selama 3 x 24 jam, diletakan di gelas objek dan ditutup dengan *cover glass*. Kemudian diteliti dengan mikroskop dengan perbesaran 100x. Pada hifa akan didapatkan hasil berupa warna hifa, ada tidaknya sekat dan ada tidaknya percabangan. Pada spora akan didapatkan hasil berupa ada atau tidaknya spora dan bentuk spora. Pada penelitian yang dilakukan di 9 lahan parkir UIN Raden Intan Lampung didapatkan 8 jenis koloni jamur dan telah dilakukan pengamatan mikroskopis yang akan di jelaskan dengan gambar di bawah ini

---

<sup>6</sup> Kabata, *parasites and Diseases of Fish Cultured in Tropics*, (London: Taylor and Fransisco, 1985).



**Gambar 1**  
**Pengamatan mikroskopis jamur**

Keterangan gambar: 1. Koloni hijau tua. 2. Koloni hitam. 3. Koloni abu-abu. 4. Koloni kuning. 5. Koloni coklat. 6. Koloni putih menggunung. 7. Koloni hijau muda. 8. Koloni putih berbentuk seperti gunung. A. hifa. B. sekat/septa hifa. C. spora. D. percabangan hifa.

Gambar di atas merupakan hasil pengamatan mikroskopis dari 8 jenis koloni jamur dengan pengambilan sampel di lahan parkir kemudian dilakukan penelitian dengan memakai mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Gambar 1 Jenis koloni berwarna hijau tua memiliki hifa tidak bersekat, tidak bercabang dan berwarna transparan, serta memiliki spora yang berbentuk bulat. Gambar 2 Jenis koloni berwarna hitam, memiliki hifa bersekat dan bercabang, warna hifa transparan, serta memiliki spora yang berbentuk bulat. Gambar 3 Jenis koloni berwarna abu-abu, hifa tidak bersekat, bercabang dan berwarna transparan dan tidak memiliki spora. Gambar 4 Jenis koloni berwarna kuning, hifa tidak bersekat, bercabang dan berwarna transparan, tidak memiliki spora. Gambar 5 Jenis koloni berwarna coklat, hifa tidak bercabang, tidak bersekat dan berwarna coklat, tidak memiliki spora. Gambar 6 Jenis koloni berwarna putih menggunung, hifa tidak bersekat, bercabang dan berwarna transparan, tidak memiliki spora. Gambar 7 Jenis koloni hijau muda, hifa tidak bersekat, tidak bercabang, berwarna transparan, memiliki spora berbentuk bulat. Gambar 8 Jenis koloni berwarna hijau berbentuk seperti tepung, hifa tidak bersekat, bercabang dan berwarna transparan, tidak memiliki spora.

#### 4. Perbandingan Total jumlah mikroba pada pagi siang dan sore

Hasil pengamatan mikroba dengan pengambilan sampel pada pagi, siang dan sore hari dan menggunakan 3 kali pengulangan. Pengambilan sampel bakteri menggunakan media NA (*Nutrient Agar*) dan pengambilan sampel untuk jamur menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*), maka

di dapatkan jumlah dan rata-rata bakteri dan jamur secara keseluruhan sebagai berikut:

**Tabel 2**  
**Total jumlah bakteri**

No	Lahan Parkir	Pagi		Siang		Sore	
		Jumlah	Rerata	Jumlah	Rerata	Jumlah	Rerata
1.	Rektorat	541	180	453	151	308	103
2.	Akademik Pusat	799	266	447	149	403	134
3.	Perpus Pusat	429	143	599	200	491	164
4.	Dakwah	656	219	349	116	424	141
5.	Syari'ah	677	226	444	148	432	144
6.	Febi	799	266	707	236	651	217
7.	Ushuluddin	406	135	750	250	620	207
8.	Tarbiyah 1	783	261	454	151	512	171
9.	Tarbiyah 2	513	171	637	212	390	130
Jumlah		1876		1613		1411	
Rata-rata		208,44		179,22		156,78	

Sumber: data terolah

Tabel 2 merupakan tabel yang berisi jumlah dan rata-rata bakteri total dari semua lahan parkir setelah dilakukan pengamatan pada pagi, siang, dan sore hari dengan 3 kali pengulangan. Dari data yang didapatkan jumlah rata-rata bakteri tertinggi berada pada pagi hari dengan jumlah 1876 dan rata-rata 208,44. Kedua tertinggi yaitu pada siang hari dengan jumlah 1613 dan dengan rata-rata 179,22. Bakteri terendah tercatat pada sore hari dengan jumlah 1411 dan dengan rata-rata 156,78.

**Tabel 3**  
**Total jumlah jamur**

No	Lahan Parkir	Pagi		Siang		Sore	
		Jumlah	Rerata	Jumlah	Rerata	Jumlah	Rerata
1.	Rektorat	14	5	20	7	14	5
2.	Akademik Pusat	24	8	14	5	9	3
3.	Perpus Pusat	7	2	8	3	8	3
4.	Dakwah	20	7	10	3	17	6
5.	Syari'ah	12	4	6	2	10	3
6.	Febi	26	9	11	4	18	6
7.	Ushuluddin	8	3	8	3	6	2
8.	Tarbiyah 1	11	4	10	3	17	6
9.	Tarbiyah 2	17	6	13	4	10	3
Jumlah		48		34		37	
Rata-rata		5,33		3,78		4,11	

Sumber: data terolah

Tabel 3 menjelaskan total jumlah dan rata-rata jamur yang telah dilakukan pengamatan pada pagi, siang dan sore dengan menggunakan 3 kali pengulangan. Dari data yang didapatkan jumlah rata-rata tertinggi jamur berada pada pagi hari dengan jumlah 34 dan rata-rata 5,33. Tertinggi kedua pada sore hari dengan jumlah 37 dan rata-rata 4,11. Dan yang terendah berada pada siang hari dengan jumlah 34 dan rata-rata sebesar 3,78.

Udara bukanlah merupakan media tumbuh bagi bakteri dan jamur, karena di udara tidak terdapat nutrien untuk menunjang pertumbuhan bagi mikroba sehingga mikroba tidak dapat bertahan dalam waktu yang lama dalam bentuk vegetatif di udara, tetapi sebagian mikroba dapat membuat spora sehingga mampu bertahan dalam waktu yang lebih panjang.<sup>7</sup> Lamanya mikroba di udara bersangkutan dari kecepatan angin, kelembaban udara, serta

---

<sup>7</sup> Mouli P. Mohan, "Assessment of microbial (bacteria) Concentrations of ambient air at semi-arid urban region: Influence of meteorological factors". Applied ecology and environmental research, Applied, 3(2), (2005). H. 139-149.

temperatur dari lingkungan mikroba tersebut, akan tetapi banyaknya amat ditentukan oleh aktifitas lingkungan setempat.<sup>8</sup>

Bakteri di udara memiliki jumlah yang berbeda pada pagi, siang, dan sore hari yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya suhu. Suhu udara pada pagi dan sore hari lebih rendah dibandingkan dengan siang hari yang memiliki temperatur udara yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan Intensitas cahaya matahari dipengaruhi oleh waktu penyinaran. Hal ini disebabkan pengaruh sudut datang cahaya matahari dan luas permukaan yang terkena radiasi. Pada siang hari sekitar jam 12.00 siang, mempunyai sudut datang  $90^\circ$ , sedangkan pada pagi dan sore hari mempunyai sudut datang lebih besar dari  $90^\circ$ . Semakin besar sudut datang, perjalanan sinar juga semakin jauh dan menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya.<sup>9</sup>

Temperatur udara yang tinggi mengakibatkan kelembapan udara rendah, kelembapan udara adalah representasi dari uap air yang terkandung di udara. Semakin tinggi kelembapan udara maka akan semakin tinggi pula kandungan uap air di udara.<sup>10</sup> Kelembapan udara pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan siang hari, maka didapatkan jumlah bakteri dan jamur yang lebih banyak pada pagi hari dibandingkan dengan siang hari, dan pada sore hari kelembapan juga lebih tinggi dibandingkan dengan siang hari, hal ini menyebabkan jamur lebih banyak pada sore hari dibandingkan dengan siang

---

<sup>8</sup> *Ibid*, h.139-149

<sup>9</sup> Ooyama Y, Harima Y. Photophysical and electrochemical properties, and molecular structures of organic dyes for dye-sensitized solar cells. *Chemphyschem : a European journal of chemical physics and physical chemistry*. 2012. H. 80

<sup>10</sup> Patrick Jjemba, *Environmental Microbiology Principles and Application* (New Hampshire: Science Publisher, 2004)



hari, hal ini dikarenakan fungi bisa dijumpai di setiap tempat yang terdapat bahan organik. Mampu tumbuh pada bahan seperti kulit, gabus, lilin, rambut, bahan bakar jet, tinta, bahkan pada bahan plastik polyvinyl. Sebagian besar fungi menggemari lingkungan yang lembab dengan kadar kelembapan 70 atau lebih, mampu tumbuh pada temperatur  $-6^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$ .<sup>11</sup>

Kelembapan relatif yang tinggi akan melepas uap air ke udara sehingga sel *viable* dapat bertahan dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prasasti yaitu kelembapan udara yang cenderung rendah yakni kurang dari 20% mampu mengakibatkan selaput lendir membrane mengalami kekeringan, sementara kelembapan tinggi akan meningkatkan pertumbuhan mikroba.<sup>12</sup>

Meningkatnya sinar UV yang dipancarkan bersama sinar matahari maka akan meningkatkan suhu. Sesuai dengan pernyataan Fardiaz yang menyatakan bahwa semakin meningkatnya cahaya matahari akan mengakibatkan peningkatan sinar ultraviolet yang diiringi dengan kenaikan kadar ozon ( $\text{O}_3$ ).<sup>13</sup>

Radiasi sinar ultraviolet ke bumi dibedakan atas panjang gelombangnya dibedakan menjadi UVA dengan 320-400 nm, UVB 290-320 nm dan UVC 200-290 nm. Sinar ultraviolet yang mampu menjangkau bumi hanyalah 5-10% UVB dan 90-95% UVA karena kebanyakan UVB dan UVC

---

<sup>11</sup> Winano, *Kimia Pangan dan Gizi*, (Jakarta: Gramedia Puataka Utama, 1997)

<sup>12</sup> Prasasti, *Media Sederhana*, (Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan nasional, 2005). h.161

<sup>13</sup> Fardiaz, Srikandi. *Polusi Air dan Udara*. (Kanisius: Yogyakarta 1992)

akan dihambat oleh lapisan ozon.<sup>14</sup> Dengan tingginya kadar sinar UV di udara maka akan mengganggu keberadaan mikroba di udara, sehingga jumlahnya lebih sedikit pada siang hari dibandingkan dengan waktu saat terdapat sedikit sinar UV, yaitu pada pagi dan sore hari. Dikarenakan Radiasi UV menyebabkan dimerisasi basa DNA pada sel hidup termasuk bakteri sehingga mengganggu pertumbuhannya.<sup>15</sup>

Faktor yang mempengaruhi keberadaan dan banyaknya mikroba di udara salah satunya adalah gas emisi kendaraan bermotor, kendaraan bermotor meluncurkan zat sisa hasil pembakaran yang tidak sempurna diantaranya yaitu gas NO<sub>2</sub>. Gas NO<sub>2</sub> akan semakin banyak jika banyak kendaraan yang melintas di sekeliling tempat pengambilan sampel, tetapi ternyata gas NO<sub>2</sub> tidak hanya dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan bermotor yang melintas saja tetapi juga diakibatkan oleh aspek meteorologis seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Menurut Fardiaz menyatakan bahwa meningginya sinar matahari akan mengakibatkan naiknya sinar UV yang diiringi dengan kenaikan kadar ozon (O<sub>3</sub>) dan kadar NO<sub>2</sub> akan meningkat kembali saat intensitas matahari sudah berkurang yakni pada sore hari.<sup>16</sup> Jadi ketika sore hari suhu menurun dan kelembaban meningkat, hal tersebut dapat meningkatkan kadar NO<sub>2</sub> di udara, kadar NO<sub>2</sub> yang tinggi pasti akan mengganggu keberadaan mikroba khususnya bakteri di udara. Disamping faktor gas NO<sub>2</sub> rendahnya bakteri pada sore hari

---

<sup>14</sup> Chan H, Kono T. Nevus of Ota, (Skinmed Clinical aspects and management. 2003) h, 89-98

<sup>15</sup> Soedomo, Mustikahadi. *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*, (Bandung: ITB, 2011)

<sup>16</sup> Fardiaz, Srikandi. *Polusi Air dan Udara*. (Kanisius: Yogyakarta 1992)

juga dikarenakan tidak banyaknya kendaraan bermotor yang melintas di sekitar lahan parkir tempat pengambilan sampel.

### C. Gas Emisi

Penelitian ini melakukan perhitungan kendaraan pada masing-masing lahan parkir selama 3 hari berurutan yakni pada tanggal 4-6 September 2018, pada pukul 07.30-15.30 WIB, tiap jamnya dilakukan pengamatan selama 15 menit. Setelah diketahui jumlah kendaraan yang terdapat di tiap-tiap lahan parkir, maka bisa diketahui jumlah gas emisi yang dihasilkan. Hasil penghitungan gas emisi berdasarkan masing-masing lahan parkir dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini :

**Tabel 4**  
**Data kendaraan bermotor pada tiap-tiap lahan parkir**

No	Tempat parkir	rata-rata		jumlah
		mobil	motor	
1	Rektorat	66	134	200
2	Akademik Pusat	77	205	282
3	Perpus Pusat	80	223	304
4	Fakultas Dakwah	53	117	170
5	Fakultas Syari'ah	93	248	341
6	Fakultas Febi	76	167	243
7	Fakultas Ushuluddin	110	290	400
8	Tarbiyah 1	165	486	651
9	Tarbiyah 2	182	445	627

Tabel 4 menjelaskan bahwa jumlah rata-rata kendaraan bermotor baik mobil ataupun sepeda motor dari yang tertinggi ke terendah adalah sebagai berikut yaitu tarbiyah dan keguruan 1, tarbiyah dan keguruan 2, ushuludin, syariah, perpustakaan pusat, akademik pusat, FEBI, rektorat, dan yang

terendah adalah dakwah. Setiap kendaraan bermotor mengeluarkan asap atau yang disebut dengan gas emisi kendaraan bermotor. Dibawah ini adalah tabel hasil gas emisi kendaraan bermotor pada setiap lahan parkir.

**Tabel 5**  
**Rata-rata jumlah emisi kendaraan bermotor di lahan parkir**

Lahan Parkir	Nilai rata-rata $\pm$ SD			
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Rektorat	3,77 <sup>ab</sup> $\pm$ 46,76	1,10 <sup>ac</sup> $\pm$ 21,36	12,26 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,51	0,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03
Akademik pusat	4,58 <sup>ab</sup> $\pm$ 89,28	1,73 <sup>ad</sup> $\pm$ 33,57	11,35 <sup>a</sup> $\pm$ 2,24	0,27 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05
Perpustakaan pusat	5,34 <sup>ac</sup> $\pm$ 66,94	2,10 <sup>bd</sup> $\pm$ 31,25	12,39 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,11	0,31 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04
Dakwah	3,25 <sup>b</sup> $\pm$ 62,96	1,03 <sup>c</sup> $\pm$ 22,81	9,82 <sup>a</sup> $\pm$ 1,84	0,19 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04
Syariah	7,16 <sup>cd</sup> $\pm$ 71,14	2,73 <sup>b</sup> $\pm$ 24,25	17,50 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,99	0,45 <sup>b</sup> $\pm$ 0,08
FEBI	8,24 <sup>d</sup> $\pm$ 129,99	2,63 <sup>b</sup> $\pm$ 56,21	24,74 <sup>d</sup> $\pm$ 3,02	0,49 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,07
Ushuludin	1,24 <sup>e</sup> $\pm$ 202,25	4,69 <sup>e</sup> $\pm$ 78,17	30,83 <sup>e</sup> $\pm$ 4,84	0,73 <sup>d</sup> $\pm$ 0,12
Tarbiyah 1	1,67 <sup>f</sup> $\pm$ 53,80	7,05 <sup>f</sup> $\pm$ 22,67	34,67 <sup>e</sup> $\pm$ 1,12	0,96 <sup>e</sup> $\pm$ 0,03
Tarbiyah 2	2,06 <sup>g</sup> $\pm$ 163,48	7,19 <sup>f</sup> $\pm$ 37,42	56,25 <sup>f</sup> $\pm$ 6,79	1,21 <sup>f</sup> $\pm$ 0,10

Sumber : Data Terolah

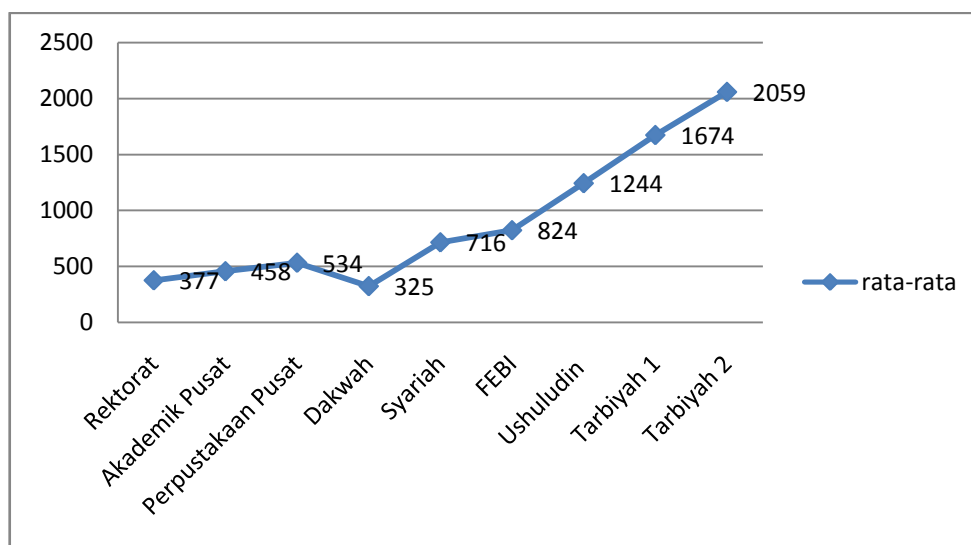
Keterangan : Angka yang diiringi dengan huruf yang berbeda artinya berbeda nyata pada uji lanjutan LSD.

Emisi atau gas buang yang dikeluarkan kendaraan bermotor yaitu oksida sulfur (SO<sub>2</sub>), (CO), (HC) dan (NO<sub>x</sub>).<sup>17</sup> Hasil perhitungan data gas emisi kendaraan bermotor pada tabel 4 diatas dilakukan dengan menggunakan uji anova, diketahui rata-rata jumlah gas emisi yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda maka berbeda secara signifikan pada uji LSD.

Gas emisi karbon monoksida atau biasa disebut dengan CO merupakan hasil pembuangan asap kendaraan bermotor, gas buang ini tak

<sup>17</sup>Asep Zaina Mustakim, “Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan”. Jurnal Biodjati, Vol.1 No.1 (November 2016), h. 13

berwarna dan tak beraroma.<sup>18</sup> Gas emisi CO pada lahan parkir Ushuludin, Tarbiyah 1 dan tarbiyah 2 masing-masing berbeda nyata dengan lahan parkir lainnya. Rata-rata gas emisi CO dari yang tertinggi ke terendah dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

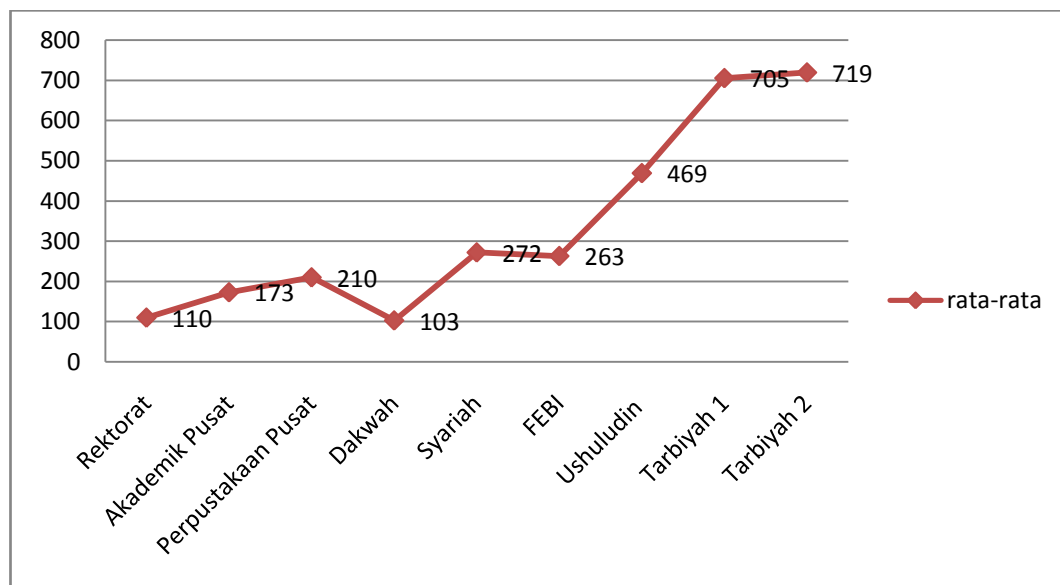


**Gambar 2**  
**Rata-rata gas emisi CO pada masing-masing lahan parkir**

Gas emisi HC atau hidrokarbon pada umumnya berwarna kehitaman dan beraroma cukup tajam.<sup>19</sup> Rata-rata gas emisi HC pada setiap lahan parkir setelah dianalisis dengan menggunakan uji anova yaitu: gas emisi HC pada lahan parkir ushuludin memiliki rata-rata yang berbeda nyata dengan lahan parkir lainnya. Rata-rata gas emisi HC dari yang tertinggi ke terendah dapat dilihat pada gambar 2.

<sup>18</sup> Devianti Muziansyah “Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)”, *JRSDD*, Vol.3, No.1, (Maret 2015), h.60

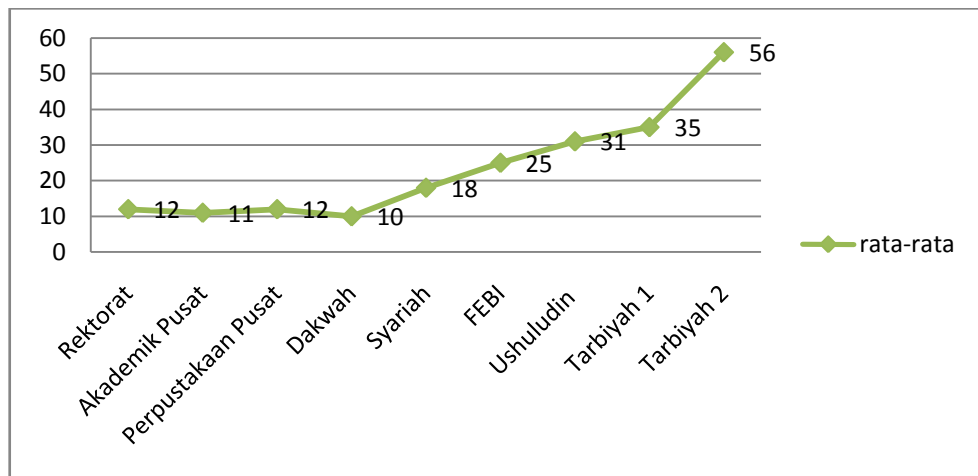
<sup>19</sup> *Ibid*, h. 61



**Gambar 3**  
**Rata-rata gas emisi HC pada masing-masing lahan parkir**

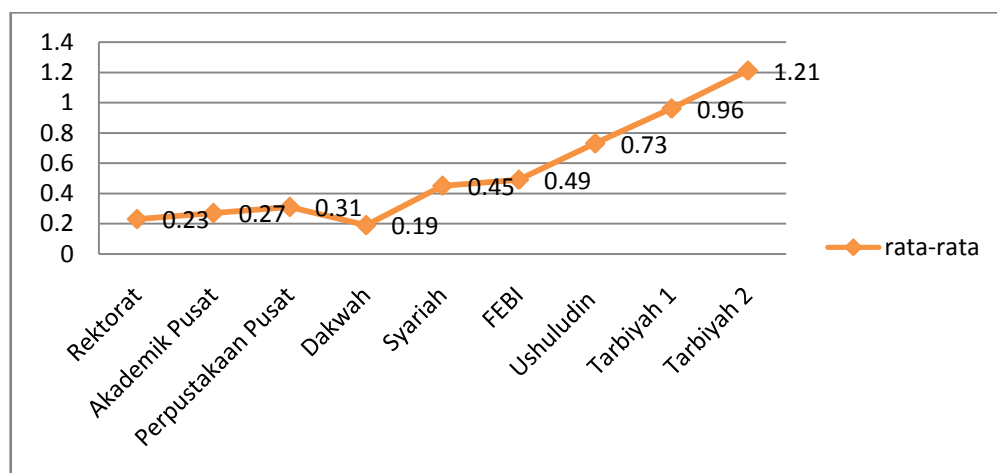
Gas emisi NO<sub>x</sub> ialah golongan gas yang ada di atmosfer, terdiri dari gas nitrogen oksida (NO<sub>2</sub>) dan gas nitrit oksida (NO). NO adalah gas yang tidak berwarna dan tidak beraroma, berkebalikan dengan NO<sub>2</sub> yang memiliki warna mencolok yaitu coklat kemerahan dan beraroma tajam.<sup>20</sup> Rata-rata jumlah gas emisi NO<sub>x</sub> pada lahan parkir setelah dianalisis dengan menggunakan uji anova adalah sebagai berikut: lahan parkir FEBI dan tarbiyah 2 masing-masing berbeda nyata dengan lahan parkir lainnya. Rata-rata gas emisi NO<sub>x</sub> dari yang tertinggi ke terendah dapat dilihat pada gambar 3.

<sup>20</sup> Philip Kristanto, *Ekologi Industri* (Yogyakarta: ANDI, 2002), h.106-107



**Gambar 4**  
**Rata-rata gas emisi NOx pada masing-masing lahan parkir**

Gas emisi  $\text{SO}_2$  atau sulfur dioksida memiliki karakteristik berbau tajam dan tidak terbakar diudara. Rata-rata jumlah gas emisi  $\text{SO}_2$  setelah di analisis dengan menggunakan uji anova adalah lahan parkir Ushuludin, Tarbiyah 1 dan tarbiyah 2 memiliki rata-rata yang berbeda nyata dengan lahan parkir lainnya. Rata-rata gas emisi  $\text{SO}_2$  dari tertinggi ke terendah dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 5**  
**Rata-rata gas emisi  $\text{SO}_2$  pada masing-masing lahan parkir**

Gambar 2 sampai 5 diatas menjelaskan rerata jumlah gas emisi CO, HC, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>2</sub> pada masing-masing lahan parkir setelah dilakukan analisis data menggunakan uji anova. Dengan keterangan lahan parkir 1 adalah rektorat, 2 akademik pusat, 3 perpustakaan pusat, 4 dakwah, 5 syariah, 6 FEBI, 7 ushuludin, 8 tarbiyah 1, dan 9 tarbiyah 2. Gambar diatas menjelaskan bahwa rata-rata jumlah gas emisi dari yang tertinggi sampai yang terendah ialah sebagai berikut, lahan parkir tarbiyah 2, tarbiyah 1, ushuludin, FEBI, syariah, perpustakaan pusat, akademik pusat, rektorat dan yang terendah adalah dakwah.

#### **D. Hubungan antara gas emisi dan mikroba udara**

Transportasi adalah asal muasal pencemaran yang tertinggi, 70% pencemaran udara di perkotaan diakibatkan oleh kegiatan kendaraan bermotor. Kriteria pencemaran udara dari kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), non metana (non CH<sub>4</sub>), dan partikel (SPM10) mampu mengakibatkan dampak pada pemanasan global.

Dari hasil analisis data menggunakan uji anova telah didapatkan hasil jumlah mikroba terbanyak berada di lahan parkir FEBI baik bakteri maupun jamur. Lahan parkir FEBI menempati urutan ke empat banyaknya gas emisi yang terdapat di lahan parkir, dengan kata lain dapat dikatakan bahwa lahan parkir FEBI memiliki rata-rata gas emisi kendaraan bermotor yang cukup rendah. Sedangkan lahan parkir tarbiyah 2 memiliki rata-rata jumlah gas emisi kendaraan bermotor yang paling tinggi, dan dengan catatan rata-rata jumlah



mikroba khususnya bakteri berada di urutan ke 2 terbanyak setelah lahan parkir FEBI.

Hasil pengamatan menyatakan bahwa jumlah mikroba di lahan parkir tidak jauh berbeda meskipun jumlah rata-rata gas emisi nya berbeda jauh. Rata-rata jumlah gas emisi untuk CO di dapatkan hasil antara 1,24 – 8,24 , rata-rata HC berkisar antara 1,10 – 7,19, rata-rata NO<sub>x</sub> berkisar antara 9,82 – 56,25, dan rata-rata SO<sub>2</sub> berkisar antara 0,19 – 1,21. Rentang tingkat pencemaran udara ambient untuk NO<sub>x</sub> : 0,06 – 0,48 ppm, Sox : 0,001 – 0,276 ppm, CH<sub>4</sub> : 1,00 – 1,97 ppm, non CH<sub>4</sub> : 1,50 – 3,78 ppm, CO : 0,01 – 11,53 ppm, dan partikel (SPM10) : 6,0 – 260 ug/m<sup>3</sup>.<sup>21</sup> Jika dilakukan evaluasi dengan indeks standar pencemaran udara (ISPU) sesuai keputusan pemerintah lingkungan hidup No. 45 tahun 1997, situasinya tergolong “sedang” kecuali gas emisi NO<sub>x</sub> dengan pengertian bahwa tingkat kualitas udara tersebut tak menyebabkan dampak kesehatan pada manusia dan binatang namun berdampak kepada tanaman sensitif dan keindahannya.<sup>22</sup>

Kadar NO<sub>x</sub> yang relatif lebih tinggi pada udara bisa diciptakan dari proses alami, seperti pencahayaan (*lighting*), kebakaran hutan dan kegiatan mikroba. Dengan adanya gas NO<sub>x</sub> yang relatif tinggi mikroba di udara tersebut masih dapat mentoleransi keadaan tersebut. Bahkan dari seluruh jumlah oksigen nitrogen ( NO<sub>x</sub> ) yang dilepaskan ke udara, jumlah yang paling banyak ialah dalam bentuk NO yang diciptakan oleh kegiatan bakteri.

---

<sup>21</sup> Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41, 1999, tentang Standar Kualitas Udara Ambien, Jakarta.

<sup>22</sup> Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997, Agenda 21 Indonesia, Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan, Jakarta.

Proses biologis beberapa jenis bakteri menghasilkan NO yang relatif banyak, tetapi tidak menjadi masalah karena tersebar merata secara regional maupun global, sehingga kadarnya relatif sedikit.<sup>23</sup>

#### **E. Hasil Penelitian sebagai sumber Belajar**

Biologi adalah cabang pembelajaran sains yang diterapkan di dunia pendidikan dengan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Dalam mempelajari sains terdapat sisi subjektif dan sisi objektif.<sup>24</sup> Sains ialah suatu keperluan yang selalu dicari oleh manusia sebab memberikan suatu cara berfikir sebagai suatu struktur pengetahuan yang kompleks. Secara khusus sains menggunakan suatu pendekatan empiris untuk mencari kejelasan alami terkait fenomena yang dialami alam semesta. Mendidik menggunakan sains dan mendidik dalam sains merupakan suatu sarana untuk mempersiapkan anggota masyarakat supaya mampu berpartisipasi dalam memenuhi kebutuhan dan menentukan arah penerapannya.<sup>25</sup>

Pembelajaran biologi memfokuskan pada pengalaman secara langsung. Oleh sebab itu, peserta didik perlu dibimbing untuk mengembangkan sebagian keterampilan proses agar mereka dapat menjelajahi dan memahami alam sekeliling. Keterampilan proses ini mencakup ketrampilan mengamati dengan semua indera, mengajukan hipotesis, memakai alat dan bahan secara benar dengan selalu mempertimbangkan keselamatan kerja, mengajukan pertanyaan, mengelompokkan, menafsirkan data dan menginformasikan hasil temuan

---

<sup>23</sup> Meetham, A.R *atmospheric pollution its origin and prevention* (New York: Ed. Pergamon Press, 1998).

<sup>24</sup> Sober E, *Phylosophy of Biology* (San Fransisco: Westview Press, 1993), h. 203.

<sup>25</sup> Tim Pengembangan Ilmu Pendidikan FIP-UPI, *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan* (Jakarta: PT Imperial Bhakti Utama, 2007), h. 266.

secara bermacam-macam, menggali dan memilih informasi factual yang berkaitan untuk menguji gagasan atau memecahkan masalah keseharian. Jadi secara mendasar, pelajaran biologi berupaya membekali peserta didik dengan berbagai kemampuan tentang cara “mengetahui” dan cara “mengerjakan” yang mampu membantu peserta didik untuk memahami alam sekitar.<sup>26</sup>

Pencemaran udara termasuk kedalam materi pembelajaran pencemaran lingkungan bidang studi biologi di kelas X semester genap. Pencemaran udara yang diteliti oleh peneliti disini tentang polusi udara yang disebabkan oleh gas emisi. Pencemaran udara tidak hanya mempengaruhi tumbuhan di sekitarnya tetapi juga mempengaruhi makhluk hidup lain seperti manusia, hewan dan juga mikroba, khususnya mikroba yang menjadikan udara sebagai medium tempat hidupnya. Penelitian tentang dampak gas emisi kendaraan bermotor yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan dapat mengusik aktivitas mikroba di udara ini diharapkan mampu menjadi rujukan yang sesuai terhadap rencana pembelajaran. Kompetensi dasar yang akan dicapai yaitu mengidentifikasi pencemaran lingkungan serta faktor-faktornya serta cara pencegahan dan penyelesaiannya. Dengan begitu penelitian ini sesuai untuk dijadikan sumber belajar yang relevan bagi materi pencemaran lingkungan.

---

<sup>26</sup> *Ibid.* h. 267.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan adalah:

1. Terdapat mikroba di lahan parkir UIN Raden Intan Lampung
2. Ditemukan perbedaan rata-rata jumlah mikroba pada masing-masing lahan parkir di UIN Raden Intan Lampung.
3. Rata-rata mikroba tertinggi terdapat pada lahan parkir fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam.
4. Perbedaan rata-rata jumlah mikroba pada masing-masing lahan parkir disebabkan oleh faktor keadaan geografis lahan parkir, banyaknya kendaraan yang lalu lalang dan keluar masuk ke lahan parkir, suhu, keadaan angin, kelembapan.
5. Gas emisi kendaraan bermotor yang meliputi CO, HC, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>2</sub> masing-masing berada pada taraf sedang dan tidak mempengaruhi rata-rata jumlah mikroba secara signifikan.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan:

1. Guru Biologi

Kepada guru Biologi agar menjadi sumber belajar di kelas X semester genap pada sub konsep pencemaran lingkungan.

## 2. Peserta Didik

Kepada peserta didik dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai penambah wawasan keilmuan tentang pencemaran lingkungan.

## 3. Masyarakat

Kepada masyarakat hasil penelitian diharapkan sebagai sumber wawasan agar lebih bijak menggunakan kendaraan bermotor dan mempertimbangkan bahan bakar yang dipakai dengan yang memiliki gas emisi lebih sedikit.

## 4. Peneliti selanjutnya

Kepada peneliti selanjutnya dapat menjadi bahan acuan untuk melakukan penelitian tentang identifikasi bakteri dan jamur pada setiap lahan parkir.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Tri Tugaswati, "Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan". Health and Human Ecology Journal. 2004.
- Asep Zaina Mustakim. "Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". Jurnal Biodjati. Vol.1 No.1. November 2016.
- Asep Zainal Mutaqin, dkk, "Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati*, Vol.1 No.1. November 2016.
- Bartlett. *Report on Evaluating Indoor Air Quality: Test Standards for Bioaerosols*. Columbia: University of British Columbia. 2003.
- Bowers Robert M. *Sources of Bacteria in Outdoor Air across Cities in the Midwestern United States*. Amerika: American Society for Microbiology. 2011.
- Chan H, Kono T. Nevus of Ota. *Skinmed Clinical aspects and management*. 2003.
- Chandra B. *Ilmu Kedokteran Pencegahan & Komunitas*. Jakarta: Buku Kedokteran E.G.C. 2009.
- Departemen Agama RI. *Al-Quran dan Terjemahnya*. Bandung: Diponegoro. 2004.
- Despoina S. Lymperopoulou. *Contribution of Vegetation to the Microbial Composition of nearby Outdoor Air*. California USA: American Society for Microbiology. 2016.
- Devianti Muziansyah "Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)". *JRSDD*. Vol.3, No.1. Oktober 2018.
- Dwidjoseputro, *dasar-dasar mikrobiologi*. Jakarta: djambatan. 2005.
- Fardiaz, Srikandi. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius: Yogyakarta. 1992.
- Ganjar, I. Et.al. *Mikrobiologi dasar dan terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. 2006.
- Harti AS. *Mikrobiologi Kesehatan Peran Mikrobiologi Untuk Kesehatan*. Jakarta: CV Andi Offset. 2015.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407/MENKES/SK/XI/2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara. Indonesia. 2002.

peraturan pemerintah RI No 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara. Indonesia. 1999.

Indrawati Ganjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyati Oetari. *Mikrobiologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. 2006.

Irianto, K. *mikrobiologi menguak dunia mikroorganisme jilid 1*. Bandung: Yrama Widya. 2006.

Kabata. *parasites and Diseases of Fish Cultured in Tropics*. London: Taylor and Fransisco. 1985.

Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Agenda 21 Indonesia. Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta. 1997.

Lestari F. *Bahaya Kimia Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimiadi Udara*. Jakarta: Penerbit buku Kedokteran EGC. 2010.

Lymperopoulou, Despoina S. *Contribution of Vegetation to the Microbial Composition of Nearby Outdoor Air*. California USA: American Society for Microbiology. 2016.

Mchael J Pelczar. *Dasar-dasar Mikrobiolog*. Jakarta: UI-Press. 2008.

Meetham, A.R *atmospheric pollution its origin and prevention*. New York: Ed. Perganon Press. 1998.

Meetham, A.R. *atmospheric pollution its origin and prevention*. New York: Ed. Perganon Press. 1998.

Michael J. et.al. *dasar-dasar mikrobiologi*. Jakarta: UI-Press. 2008.

Moerdjoko. "Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara" Puslit jurnal. vol. 32 No. 1. 2004.

Mouli P. Mohan. "Assessment of microbial (bacteria) Concentrations of ambient air at semi-arid urban region: Influence of meteorological factors:". *Applied ecology and environmental research*. Applied. 3(2). 2005.

Nazir, Moh. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia. 2005.

- Patrick jemba. *Environmental Microbiology Principles and Application*. New Hampshire: Science Publisers. 2004.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41. tentang Standar Kualitas Udara Ambien. Jakarta. 1999.
- Philip kristanto, *Ekologi Industri*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta. 2002.
- Prasasti. *Media Sederhana*. Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan nasional. 2005.
- Rahmah, A, et. Al. *Big Book Biologi*. Jakarta: Cmedia Imprint Kawan Pustaka. 2015.
- Robert M. Bowers. *Source of Bacterial in Outdoor Ar Across Cities in the Midwestern United States*. Amerika: American Society for Microbiology. 2011.
- Rodwell, VW. *Biokimia Harper*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC. 2009.
- Samadi. *Geografi 2*. Jakarta: Yudhistira. 2007.
- Sober E. *Phylosophy of Biology*. San Fransisco: Westview Press. 1993.
- Soedomo, Mustikahadi. *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. Bandung: ITB. 2011.
- Srikandi, Fardiaz. *Polusi Air dan Udara*. Bogor: Kanisius. 1992.
- Subandi. *Mikrobiologi Kajian dalam Perspektif Islam*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. 2014.
- Sugito, J. *stop rokok mudah, murah, cepat*. Jakarta: Swadaya. 2007.
- Sumardi, et.al. *Geografi 2 lingkungan fisik dan social*. Jakarta: pusat perbukuan Departemen Pendidikan nasional. 2009.
- Sumardjo, D. *Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan program strata I Bioeksakta*. Jakarta: penerbit buku kedokteran EGC. 2009.
- Surakhmad, W. *Pengantar Penelitian Ilmiah : Dasar, Metode dan Teknik*. Bandung: Tarsito. 1982.
- Tim Pengembangan Ilmu Pendidikan FIP-UPI. *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan*. Jakarta: PT Imperial Bhakti Utama. 2007.



- Winano. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Puataka Utama. 1997.
- ZaD, Irwan. *Besarnya Eksploitasi Perempuan dan lingkungan di Indonesia*. Jakarta: Kelompok Gramedia. 2009.